

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-322709

(P2000-322709A)

(43) 公開日 平成12年11月24日 (2000. 11. 24)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード* (参考)
G 1 1 B 5/31		G 1 1 B 5/31	F 5 D 0 3 3
H 0 1 F 17/00		H 0 1 F 17/00	Z 5 D 0 3 4
41/04		41/04	C 5 E 0 6 2
// G 1 1 B 5/39		G 1 1 B 5/39	5 E 0 7 0

審査請求 有 請求項の数 11 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願平11-132603

(22) 出願日 平成11年5月13日 (1999. 5. 13)

(71) 出願人 000010098

アルプス電気株式会社

東京都大田区雪谷大塚町1番7号

(72) 発明者 佐藤 清

東京都大田区雪谷大塚町1番7号 アルプス電気株式会社内

(74) 代理人 100085453

弁理士 野▲崎▼ 照夫

Fターム(参考) 5D033 BA32 CA05 DA04 DA31

5D034 BA09 BA17 DA07

5E062 DD10 FG07

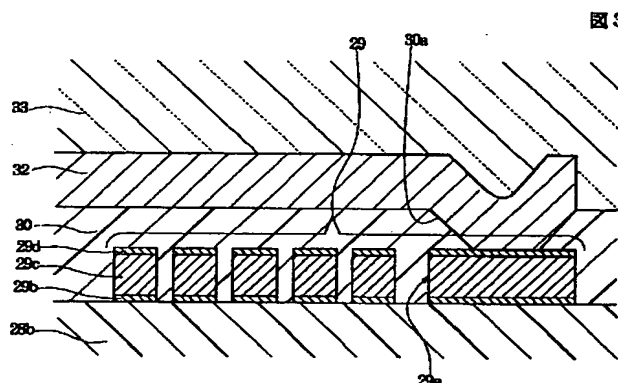
5E070 AA20 AB10 EA01

(54) 【発明の名称】 薄膜素子およびその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 薄膜素子のコイル層などの薄膜導電層は、従来、Cu層によって形成されていたが、薄膜導電層上に酸化層が形成されたときの酸化層の厚さが予測できないために、イオンミリングなどによって、酸化層を確実に除去することが困難であった。

【解決手段】 薄膜導電層であるコイル層29を、導電性材料層であるCu層29cと、表面の酸化層が所定厚さ以上に進行しない材料で形成される導電性保護層であるNi層29dを有するものとすることにより、酸化層を確実に除去することができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 薄膜導電層と、この薄膜導電層の表面に接続される導電体とを有する薄膜素子において、前記薄膜導電層は、導電性材料層と、前記導電性材料層上に積層された所定厚さの導電性保護層とを有することを特徴とする薄膜素子。

【請求項2】 前記導電性保護層は、常温または加熱雰囲気での表面の酸化層が、この導電性保護層の厚さ以上に進行しない材料で形成され、前記導電性保護層の前記酸化層が除去された部分または導電性保護層全体が除去された部分に、前記導電体が接続されている請求項1記載の薄膜素子。

【請求項3】 前記導電性材料層および前記導電性保護層は、メッキによって形成される請求項1または2記載の薄膜素子。

【請求項4】 前記導電性材料層は、Cu、Agのうちのいずれか一方または両方の元素を含む単層構造または多層構造の非磁性導電層であり、前記導電性保護層は、Ni、P、Pd、Pt、BまたはWから選ばれる1種または2種以上の元素を含む単層構造または多層構造の非磁性導電層である請求項3記載の薄膜素子。

【請求項5】 前記導電性保護層は、前記導電性材料層の表面の全面に積層されている請求項1ないし4のいずれかに記載の薄膜素子。

【請求項6】 前記薄膜導電層を覆う絶縁層が設けられ、前記薄膜導電層が前記絶縁層の開口部に現れる部分においてのみ、前記導電性材料層の表面に前記導電性保護層が積層されている請求項1ないし4のいずれかに記載の薄膜素子。

【請求項7】 記録媒体との対向部にギャップを形成するコア層と、前記コア層に記録磁界を誘導する平面状態で巻回されたコイル層とを有する薄膜磁気ヘッドにおける前記コイル層および／またはこのコイル層から一体に延びるリード部が前記薄膜導電層であり、前記コイル層および／または前記リード部の上に前記導電体が接続されている請求項1ないし6のいずれかに記載の薄膜素子。

【請求項8】 以下の工程を有することを特徴とする薄膜素子の製造方法。

(a) 導電性材料層をメッキ形成する工程。

(b) 前記導電性材料層の上に、常温または加熱雰囲気での表面の酸化層が所定厚さ以上に進行しない材料を、前記所定厚さでメッキ形成して導電性保護層を形成する工程。

(c) 前記導電性保護層の表面の酸化層を除去し、または導電性保護層全体を除去する工程。

(d) 前記酸化層が除去された導電性保護層の表面に導電体を積層する工程。

【請求項9】 前記導電性材料層を、Cu、Agのうちのいずれか一方または両方の元素を含む材料で単層構造

または多層構造に形成し、前記導電性保護層を、Ni、P、Pd、Pt、BまたはWから選ばれる1種または2種以上の元素を含む材料で単層構造または多層構造に形成する請求項8記載の薄膜素子の製造方法。

【請求項10】 前記工程(c)では、酸化層を削り取る工程を複数回に渡って行い、前記(b)の工程では、前記導電性保護層を、前記複数回の削り取りによる除去厚の合計以上の厚さで形成する請求項8または9記載の薄膜素子の製造方法。

【請求項11】 記録媒体との対向部にギャップを形成するコア層と、前記コア層に記録磁界を誘導する平面状態で巻回されたコイル層とを有する薄膜磁気ヘッドを形成する際に、前記(a)および(b)の工程で前記コイル層および／またはこのコイル層から一体に延びるリード部を一体に形成し、前記(d)の工程では、前記導電体として前記コイル層とは別層のリード層および／またはパンプをメッキ形成する請求項8ないし10のいずれかに記載の薄膜素子の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、コイル層などの薄膜導電層と、この薄膜導電層の表面に接続されるリード層やパンプなどの導電体とを有する薄膜素子に係り、特に、前記薄膜導電層と前記導電体との密着性および導通性を向上させることにより、接続不良を低減でき、直流抵抗値の安定性を向上させることのできる薄膜素子およびこの薄膜素子の製造方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】図10は、従来のMR/インダクティブ複合型ヘッドの断面図である。このMR/インダクティブ複合型ヘッドの読み込み用のMR型薄膜磁気ヘッドh1は、アルミナチタンカーバイドからなるスライダ1上にアルミナアンダーコート膜1aを形成し、その上に下部シールド層2、下部ギャップ層3、MR素子層4、電極層5、上部ギャップ層6および、上部シールド層7が積層されて形成されている。

【0003】読み込み用のMR型薄膜磁気ヘッドh1の上に設けられる書き込み用のインダクティブヘッドh2は、前記上部シールド層と兼用の下部コア層7上に、ギャップ層8a、絶縁層8b、コイル層9、絶縁層10、上部コア層11、リード層12、および絶縁層13が積層されて形成されている。下部コア層7と上部コア層11に挟まれたギャップ層8aの記録媒体との対向部になる先端部が磁気ギャップGとなる。

【0004】なお、リード層12は、コイル層9の中心端9aと導通接続している端部と反対側の端部で、コイル層9と同じ材料で形成された持ち上げ層14を介して、外部接続用のパンプ15およびボンディングパッド16からなる電極に接続されている。

【0005】図11は、磁気記録媒体にデータを書き込

むためのインダクティブヘッドh2のコイル層9とリード層12の接続部周辺の拡大断面図である。薄膜導電層であるコイル層9は、インダクティブヘッドh2のギャップ層8a上に積層された絶縁層8b上に、TiとCuからなるコイル下地層9bを介して、導電性材料層であるCu層9cがフレームメッキされることによって形成されている。コイル層9は、絶縁層8b上に平面状態で巻回されている。コイル層9上には、絶縁層10を介して導電体であるリード層12が積層されている。リード層12は、パーマロイのメッキによって形成されている。コイル層9とリード層12は、コイル層9の中心端9aにおいて導通接続されている。

【0006】図12から図17は、図10に示されたMR/インダクティブ複合型薄膜磁気ヘッドのインダクティブヘッドh2の積層工程を示す断面図である。図12は、下部コア層7上に $Al_2O_3$ や $SiO_2$ などからなるギャップ層8aおよびレジストをハードベークによって硬化することによって形成された絶縁層8bが積層されている状態を示している。

【0007】図13は、絶縁層8b上に、TiとCuの積層体であるコイル下地層9bがスパッタ法などの真空成膜法で形成され、このコイル下地層9b上に導電性材料層であるCu層9cがフレームメッキによって形成された状態を示している。Cu層9cは、コイル下地層9b上に平面状態で巻回されている。

【0008】さらに、Cu層9cの間に露出しているコイル下地層9bをArイオンなどによるイオンミリングなどのドライ・エッチング法によって除去するとコイル下地層9bおよびCu層9cからなるコイル層9が形成され、図14の形状になる。

【0009】次に、図15のように、コイル層9上に、絶縁層10が積層される。このときに、コイル層9の中心端9a上に開口部10aが形成される。

【0010】絶縁層10上に、図16のように、上部コア層11およびリード層12をメッキするためのメッキ下地層17（図10および図11では図示せず）がスパッタ法によって形成される。メッキ下地層17は、上部コア層11およびリード層12と同じくパーマロイなどによって形成される。この時、開口部10aがメッキ下地層17によって塞がれる。

【0011】さらに、メッキ下地層17上に、上部コア層11およびリード層12が、パーマロイのメッキによって同時に形成され、上部コア層11およびリード層12の上層が絶縁層13で覆われる。下部コア層7と上部コア層11に挟まれたギャップ層8aの記録媒体との対向部になる先端部が磁気ギャップGとなる。図17は、積層工程が終了したインダクティブヘッドh2を示す断面図である。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】 前記従来例では、図

13の状態から、イオンミリングなどによってCu層9cの間に露出されているコイル下地層9bを除去する工程において、コイル下地層9bだけでなく、Cu層9cの上面も削り取られてしまう。Cu層9cの上面が削り取られると、コイル層9の直流抵抗値が変化し、製造されたインダクティブヘッドの製品特性が低下するという問題が生じていた。また、イオンミリングの時に、Cu層9cの上面にArイオンが衝突するために、Cu層9cの上面に残留応力などのダメージが発生し、これによってもコイル層9の直流抵抗値が変化してしまうという問題が生じていた。

【0013】さらに、コイル層9が形成されてから、絶縁層10が積層されるまでの間、図14のように、コイル層9が空気に曝されることがある。また、図15のように、絶縁層10が形成された状態でコイル層9の中心端9aが絶縁層10の開口部10aから露出しているため、メッキ下地層17が形成されて開口部10aが塞がれるまでの間も空気に曝されることが有り得る。

【0014】コイル層9が、空気に曝されると、薄膜導電層であるコイル層9の表面が酸化されて、酸化層が形成される。特に、コイル層9の中心端9aは、絶縁層10を平坦化するために、熱をかけてキュアするときに、開口部10aにおいて空気に曝されているので、強制的に酸化されやすい。

【0015】コイル層9の表面が酸化されて、その表面に酸化層が形成されると、コイル層9上に積層される絶縁層10や、リード層12との密着性が悪くなり、剥離が生じやすくなる。特に、リード層12と導通接続するコイル層9の中心端9aが酸化していると、リード層12との密着性が悪くなるだけでなく、導通性も低下するので、インダクティブヘッドh2の直流抵抗値が不安定になり、記録特性が低下する。

【0016】コイル層9に酸化層が形成された場合、イオンミリングなどのドライ・エッチング法を用いて酸化層を除去するという方法が考えられる。しかし、コイル層9の表面はCu層9cであるが、Cu層9cに形成される酸化層の厚さは、酸化層形成時の条件によって異なるので、コイル層9上に形成される酸化層の厚さをあらかじめ予測することができない。

【0017】したがって、コイル層9上に形成された酸化層を一定の除去厚で削り取るようにイオンミリングの設定を行った場合、前記酸化層が確実に削り取られない製品が製造されたり、逆にコイル層9の酸化されていない領域まで削り取られ、インダクティブヘッドh2の特性が製品ごとにばらついてしまうという問題が生じていた。また、製造時に、コイル層9上に形成された酸化層の厚さを測定し、イオンミリングの設定を酸化層の厚さにあわせて変更することは実用的ではない。

【0018】また、コイル層などの薄膜導電層が製造工程において酸化することにより、この薄膜導電層とその

上層に形成される絶縁層との密着性や、薄膜導電層の表面に接続される導電体との密着性や導通性が低下するという問題は、薄膜磁気ヘッドだけでなく、薄膜インダクタや薄膜トランスなど、薄膜素子一般に起こり得る。

【0019】本発明は、上記従来の課題を解決するためのものであり、薄膜素子のコイル層などの薄膜導電層上に形成された酸化層を、確実に除去でき、薄膜導電層とその表面に接続される導電体との密着性および導通性を向上させることにより、接続不良を低減でき、直流抵抗値の安定性を向上させることのできる薄膜素子と、この薄膜素子の製造方法を提供することを目的とする。

【0020】

【課題を解決するための手段】本発明の薄膜素子は、薄膜導電層と、この薄膜導電層の表面に接続される導電体とを有する薄膜素子において、前記薄膜導電層は、導電性材料層と、前記導電性材料層上に積層された所定厚さの導電性保護層とを有することを特徴とするものである。

【0021】本発明の薄膜素子の、コイル層などを構成する薄膜導電層は、導電性材料層が、導電性保護層によって保護された構造で形成されているので、コイル層を形成するときに、イオンミーリングなどのドライエッチング法によって、余分なコイル下地層を除去する工程において、コイル下地層だけでなく、導電性材料層の上面も削り取られてしまうことを防ぐことができる。

【0022】従って、前記導電性材料層の体積の変化を防ぐことができる。前記導電性材料層の体積は、前記薄膜導電層の許容電流や直流抵抗値を決定する要素であるので、前記導電性材料層の体積の変化を防ぐことができると、前記薄膜導電層の許容電流や直流抵抗値が一定である薄膜素子を形成することができ、薄膜素子の品質を一定に保つことが容易になる。

【0023】また、イオンミーリングの時に、前記導電性材料層の上面にArイオンが衝突することを避けることができるので、前記導電性材料層の上面に残留応力などのダメージが発生することを防ぐことができる。従って、本発明では、薄膜導電層の直流抵抗値が一定の値である薄膜素子を得ることができる。

【0024】また、前記導電性保護層は、常温または加熱雰囲気での表面の酸化層が、この導電性保護層の厚さ以上に進行しない材料で形成され、前記導電性保護層の前記酸化層が除去された部分または前記導電性保護層全体が除去された部分に、前記導電体が接続されていることが好ましい。

【0025】前記導電性保護層が、常温または加熱雰囲気での表面の酸化層が、この導電性保護層の厚さ以上に進行しない材料で形成されていると、前記導電性保護層に酸化層が形成されても、例えばイオンミーリングなどのドライエッチング法を用いて、前記導電性保護層を、表面から進行した酸化層の最大厚さ以上削り取ることに

より、あるいは導電性保護層を全て除去することにより、前記酸化層を確実に除去することができる。

【0026】本発明の薄膜素子は、前記導電性保護層の前記酸化層が除去された部分に、リード層などの前記導電体が接続されているので、前記薄膜導電層と前記導電体との密着性および導通性を向上させることができる。したがって、薄膜素子の接続不良を少なくさせることができる。また、薄膜素子の直流抵抗値を安定化させ、特性を向上させることができる。

【0027】また、本発明のように薄膜素子の所定厚さの導電性保護層が、常温または加熱雰囲気での表面の酸化層が、この導電性保護層の厚さ以上に進行しない材料で形成されていると、イオンミーリング等によって前記導電性保護層表面の酸化層を除去する場合に、前記導電性保護層のみ（導電性保護層の一部または全部）を削りとり、前記導電性材料層を削り取らないようにすることができる。したがって、前記導電性材料層の体積の変化を防ぐことができ、前記薄膜導電層の許容電流や直流抵抗値が一定である薄膜素子を形成することができる。

【0028】なお、前記導電性材料層および前記導電性保護層は、許容電流値を大きくし、直流抵抗値を低下させるために十分な厚さで形成されることが必要である。従って、前記導電性材料層および前記導電性保護層は、メッキによって形成されることが好ましい。

【0029】さらに、前記導電性材料層は、Cu、Agのうちいずれか一方または両方の元素を含む単層構造または多層構造の非磁性導電層であり、前記導電性保護層は、Ni、P、Pd、Pt、BまたはWから選ばれる1種または2種以上の元素を含む単層構造または多層構造の非磁性導電層であることが好ましい。

【0030】上記の導電性保護層の材料は、常温または加熱雰囲気での表面の酸化層が一定の厚さ以上に進行しない材料であることが実験によって確認されている。たとえば、前記導電性保護層が、Ni層であると、前記導電性保護層の表面に酸化層が形成された場合に、この酸化層は、前記導電性保護層の表面から3.0nm程度以上進行しないことが実験的に確認されている。従って、イオンミーリングなどのドライエッチング法を用いて、前記導電性保護層を、表面から3.0nm以上削り取るにより、前記酸化層を確実に除去することができる。

【0031】また、薄膜導電層の許容電流や直流抵抗値は、前記導電性材料層の材料によっても決まる。前記導電性材料層が、Cu、Agのうちどちらか一方または両方の元素を含む単層構造または多層構造の非磁性導電層であると、直流抵抗値が低く、許容電流が大きい薄膜導電層を形成することができる。

【0032】また、本発明の薄膜導電層を用いて薄膜素子のコイル層などを構成するときに、前記薄膜導電層を構成する導電性材料層と導電性保護層が、上記のNiや

Cuなど非磁性の導電性材料によって形成されていると、コイル層のインピーダンスに影響を及ぼすことを避けることができる。

【0033】なお、前記導電性材料層がCu、Agのうちいずれか一方または両方の元素を含む単層構造または多層構造の非磁性導電層であり、前記導電性保護層は、Ni、P、Pd、Pt、BまたはWから選ばれる1種または2種以上の元素を含む単層構造または多層構造の非磁性導電層であると、前記導電性保護層を、前記導電性材料層の表面に積層して前記薄膜導電層を形成するときに、応力を小さくすることができる。したがって、前記導電性材料層と前記導電性保護層とが、剥離しにくくなる。

【0034】また、前記導電性保護層が、前記導電性材料層の表面の全面に積層されていると、前記薄膜導電層の全表面の保護が可能である。

【0035】ただし、前記薄膜導電層を覆う絶縁層が設けられ、前記薄膜導電層が前記絶縁層の開口部に現れる部分においてのみ、前記導電性材料層の表面に前記導電性保護層が積層されていてもよい。

【0036】前記薄膜導電層の表面に接続される導電体は、前記薄膜導電層が前記絶縁層の開口部に現れる部分において、前記薄膜導電層と接続されるので、この絶縁層の開口部に現れる部分の酸化層のみを確実に除去するだけでも、前記薄膜導電層と前記導電体の密着性および導通性を向上させることができ、薄膜素子の直流抵抗値を安定化させることができる。

【0037】また、本発明の薄膜素子は、例えば、記録媒体との対向部にギャップを形成するコア層と、前記コア層に記録磁界を誘導する平面状態で巻回されたコイル層とを有する薄膜磁気ヘッドにおける前記コイル層および／またはこのコイル層から一体に延びるリード部が前記薄膜導電層であり、前記コイル層および／または前記リード部の上に前記導電体が接続されているものである。

【0038】また、本発明の薄膜素子の製造方法は、以下の工程を有することを特徴とする。

(a) 導電性材料層をメッキ形成する工程。

(b) 前記導電性材料層の上に、常温または加熱雰囲気での表面の酸化層が所定厚さ以上に進行しない材料を、前記所定厚さでメッキ形成して導電性保護層を形成する工程。

(c) 前記導電性保護層の表面の酸化層を除去し、または導電性保護層全体を除去する工程。

(d) 前記酸化層が除去された導電性保護層の表面に導電体を積層する工程。

【0039】本発明の薄膜素子の製造方法によれば、前記導電性保護層は、常温または加熱雰囲気での表面の酸化層が所定厚さ以上に進行しない材料が、前記所定厚さで積層されることにより形成されているので、(b)の

工程の後で、前記導電性保護層の表面に酸化層が形成されても、(c)の工程において、例えばArイオンによるイオンミーリングなどのドライエッチング法を用いて、前記導電性保護層を、表面から進行した酸化層の最大厚さ以上削り取ることにより、前記酸化層を確実に除去することができる。

【0040】さらに、(d)の工程において、前記導電性保護層の前記酸化層が除去された表面に、リード層などの導電体が積層されるので、前記導電性材料層と前記導電性保護層からなる薄膜導電層と前記導電体との密着性および導通性を向上させることができる。したがって、薄膜素子の接続不良を少なくさせることができる。また、薄膜素子の直流抵抗値を安定化させ、特性を向上させることができる。

【0041】また、本発明の薄膜素子の製造方法では、(b)の工程において、導電性保護層を、常温または加熱雰囲気での表面の酸化層が所定厚さ以上に進行しない材料を、前記所定厚さで積層して形成するので、(c)の工程において、イオンミーリング等によって前記導電性保護層表面の酸化層を除去する場合に、前記導電性保護層のみを削りとり、前記導電性材料層を削り取らないようにすることができる。したがって、前記導電性材料層の体積の変化を防ぐことができるので、前記薄膜導電層の許容電流や直流抵抗値が一定である薄膜素子を形成することができ、薄膜素子の品質を一定に保つことを容易にすることができる。

【0042】また、イオンミーリングに用いられるArイオンなどの衝撃イオンが、前記導電性保護層のみに衝突し、前記導電性材料層の上面に直接衝突することがないので、前記導電性材料層の上面に残留応力などのダメージが発生することを避けることができる。したがって、薄膜導電層の直流抵抗値を一定にする効果が得られる。

【0043】なお、前記導電性材料層を、Cu、Agのうちのいずれか一方または両方の元素を含む材料で単層構造または多層構造に形成し、前記導電性保護層を、Ni、P、Pd、Pt、BまたはWから選ばれる1種または2種以上の元素を含む材料で単層構造または多層構造に形成することが好ましい。

【0044】前記導電性材料層を、上記の材料で単層構造または多層構造に形成すると、前記導電性保護層に酸化層が形成されても、この酸化層の前記導電性保護層の表面からの厚さは、一定の厚さ以上に進行しないことが実験的に確認されている。

【0045】たとえば、前記導電性保護層が、Ni層であると、前記導電性保護層に酸化層が形成された場合に、この酸化層は前記導電性保護層の表面から3.0nm以上進行しないことがわかっている。従って、前記(c)の工程において、イオンミーリングなどを用いて、前記導電性保護層を、表面から3.0nm以上削り

取ることにより、前記酸化層を確実に除去することができる。

【0046】また、前記薄膜導電層の許容電流や直流抵抗値は、前記導電性材料層の材料によっても決まる。前記導電性材料層を、Cu、Agのうちのいずれか一方または両方の元素を含む材料で単層構造または多層構造に形成すると、直流抵抗値が低く、許容電流が大きい薄膜導電層を形成することができる。

【0047】また、本発明の薄膜導電層を用いて薄膜素子のコイル層などを構成するときに、前記薄膜導電層を構成する導電性材料層と導電性保護層が、上記のNiやCuなど、非磁性の導電性材料によって形成されていると、コイル層のインピーダンスに影響を及ぼすことを避けることができる。

【0048】また、前記導電性材料層を、Cu、Agのうちのいずれか一方または両方の元素を含む単層構造または多層構造の非磁性導電層として形成し、前記導電性保護層を、Ni、P、Pd、Pt、BまたはWから選ばれる1種または2種以上の元素を含む単層構造または多層構造の非磁性導電層として形成すると、前記導電性保護層を、前記導電性材料層の表面に積層して前記薄膜導電層を形成するときに、応力を小さくすることができる。したがって、前記導電性材料層と前記導電性保護層とを、剥離しにくくさせることができる。

【0049】前記工程(c)で、酸化層を削り取る工程を複数回に渡って行う場合には、前記(b)の工程で、前記導電性保護層を、前記複数回の削り取りによる除去厚の合計以上の厚さで形成することが好ましい。

【0050】本発明を実施するときに、前記酸化層をイオンミリングなどによって削り取る工程は、1回だけ行われるとは限らない。例えば、インダクティブヘッドのコイル層を形成するときに、余分なコイル下地層を除去し、同時にコイル層表面に形成された酸化層を削り取るために1回、前記コイル層上に絶縁層を積層して、前記絶縁層に前記コイル層とリード層との接続部となる開口部を形成したときに、前記開口部から空気に曝されているコイル層表面に形成された酸化層を削り取るためにもう1回行うことがある。このようなときは、前記導電性保護層の下層にある前記導電性材料層が削られることを防ぐために、前記導電性保護層を、2回のイオンミリングによる除去厚の合計以上の厚さで形成しておくことが好ましい。

【0051】また、本発明の薄膜素子の製造方法は、例えば、記録媒体との対向部にギャップを形成するコア層と、前記コア層に記録磁界を誘導する平面状態で巻回されたコイル層とを有する薄膜磁気ヘッドを形成する際に、前記(a)および(b)の工程で前記コイル層および/またはこのコイル層から一体に延びるリード部を一体に形成し、前記(d)の工程では、前記導電体として前記コイル層とは別層のリード層および/またはバン

をメッキ形成するものである。

【0052】

【発明の実施の形態】図1は、読み込み用のMR型薄膜磁気ヘッドh3の上に、書き込み用のインダクティブヘッドh4を積層したいわゆるMR/インダクティブ複合型ヘッドを示す平面図である。このインダクティブヘッドh4が本発明の薄膜素子の実施の形態を示している。図2は、図1のA-A線の断面図である。

【0053】図2に示すように、このMR/インダクティブ複合型ヘッドの読み込み用のMR型薄膜磁気ヘッドh3は、アルミナチタンカーバイドからなるスライダ21上にアルミナアンダーコート膜21aを形成し、下部シールド層22、下部ギャップ層23、MR素子層24、電極層25、上部ギャップ層26および、上部シールド層27が積層されて形成されている。

【0054】読み込み用のMR型薄膜磁気ヘッドh3の上に設けられる書き込み用のインダクティブヘッドh4は、前記上部シールド層と兼用の下部コア層27上に、ギャップ層28a、絶縁層28b、コイル層29、絶縁層30、上部コア層31、リード層32、および絶縁層33が積層されて形成されている。

【0055】下部コア層27と上部コア層31に挟まれた記録媒体との対向部になるギャップ層28aの先端部が磁気ギャップGとなる。また、コイル層29は、絶縁層28b上に平面状態で巻回されており、下部コア層27および上部コア層31に記録磁界を誘導する。なお、図1では、図示の都合上、コイル層29を螺旋ではなく同心の長円輪として記載している。このコイル層29が本発明の薄膜素子の薄膜導電層である。

【0056】コイル層29は、中心端29aでリード層32と導通接続されており、リード層32は、コイル層29の中心端29aと接続している端部とは反対側の端部で、コイル層29と同時に形成された持ち上げ層34を介して、バンパ35およびボンディングパッド36につながっている。このリード層32が本発明の薄膜素子の導電体である。

【0057】なお、インダクティブヘッドh4のギャップ層28a、絶縁層33は、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>やSiO<sub>2</sub>などの絶縁性材料によって形成され、絶縁層28b、絶縁層30はレジストによって形成され、下部コア層27、上部コア層31、リード層32は、パーマロイなどの導電性軟磁性材料によって形成されている。

【0058】図3は、図2に示されたMR/インダクティブ複合型薄膜磁気ヘッドのインダクティブヘッドh4の、コイル層29とリード層32の接続部周辺の拡大部分断面図である。

【0059】コイル層29は、絶縁層28b上に、TiとCuとの積層体であるコイル下地層29bを介して、導電性材料層であるCu層29cと、導電性保護層である所定厚さのNi層29dが、フレームメッキによって

連続的に積層されることにより形成されている。導電性材料層がCu層29cであると、コイル層29の直流抵抗値を低くすること、また許容電流を大きくすることができる。なお、導電性材料層は、Cu層29cに限らず、AgまたはCuのうちいずれか一方または両方の元素を含む単層構造または多層構造の非磁性導電層であってもよい。

【0060】本実施の形態では、導電性保護層がNi層29dとして形成されている。Ni層29dは、常温または加熱雰囲気での表面の酸化層の厚さが、3.0nm以上に進行しないことが実験的に確認されている。したがって、イオンミリングなどのドライエッチング法によって、Ni層29dを表面から、3.0nm以上削り取ることにより、Ni層29dから酸化層を確実に除去することが可能になる。また、導電性保護層は、Ni、P、Pd、Pt、BまたはWから選ばれる1種または2種以上の元素を含む単層構造または多層構造の非磁性導電層であってもよい。

【0061】本実施の形態では、コイル層29のNi層29dの酸化層が除去された部分に、リード層32が接続されている。したがって、コイル層29とリード層32の密着性および導通性を向上させることができるので、インダクティブヘッドh4の接続不良を少なくさせること、および直流抵抗値を安定させ記録特性を向上させることができる。また、Ni層29dから酸化層が確実に除去できると、コイル層29と、絶縁層30との密着性を向上させることもできる。

【0062】また、本実施の形態では、Ni層29dの所定厚さを200～600nmに設定している。一方、Ni層29dに形成される酸化層は、Ni層29dの表面から3.0nm以上の厚さには進行しない。したがって、イオンミリング等によってNi層29dの表面の酸化層を除去する場合に、Ni層29dのみを削り取り、Cu層29cを削り取らないようにすることができる。つまり、Cu層29cの体積の変化を防ぐことができる。Cu層29cの体積は、コイル層29の許容電流や直流抵抗値を決定する要素であるので、Cu層29cの体積の変化を防ぐことができると、コイル層29の許容電流や直流抵抗値が一定であるインダクティブヘッドh4を形成することができ、インダクティブヘッドh4の品質を一定に保つことができる。

【0063】NiとCuは非磁性の導電性材料であるので、コイル層29のインピーダンスに影響を及ぼすことはない。さらに、Ni層29dを、Cu層29cに積層してコイル層29を形成すると、Ni層29dとCu層29cとの間の応力を小さくできるので、Ni層29dをCu層29cから剥離しにくくできる。

【0064】なお、本実施の形態では、コイル層29を構成する導電性材料層であるCu層29cの表面の全面に、導電性保護層であるNi層29dを積層することに

よって、コイル層29と、絶縁層30との密着性の向上、コイル層29の中心端29aとリード層32との密着性および導通性の向上という効果を得ることができ、インダクティブヘッドの直流抵抗値を安定化することができる。

【0065】ただし、コイル層29を構成するCu層29cの表面の全面ではなく、部分的に、例えば、コイル層29を覆う絶縁層30の開口部30aに現れる部分、すなわち、コイル層29の中心端29aとリード層32との接続部となる部分にのみ、Cu層29cの表面にNi層29dが積層されていてもよい。この場合でも、コイル層29の中心端29aとリード層32との密着性および導通性低下の防止という効果を得ることができ、インダクティブヘッドh4の接続不良を少なくさせること、および直流抵抗値を安定化させ記録特性を向上させることができる。

【0066】図4から図9は、図1ないし図3に示されたMR/インダクティブ複合型薄膜磁気ヘッドのインダクティブヘッドh4の積層工程を示す断面図である。

【0067】図4は、下部コア層27上にAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>やSiO<sub>2</sub>などからなるギャップ層28aおよびレジストをハードベークによって硬化することによって形成された絶縁層28bが積層された状態を示している。また、ギャップ層28aおよび絶縁層28bには、後の工程で、上部コア層31と下部コア層27を、導通接続させるための開口部28cが形成されている。

【0068】図5は、図4の絶縁層28b上に、TiとCuの積層体であるコイル下地層29bを介して、導電性材料層であるCu層29cおよび導電性保護層であるNi層29dがフレームメッキによって形成された状態を示している。

【0069】Cu層29cがフレームメッキによって形成された後、Cu層29cのフレームメッキに使用したフレームを用い、Cu層29c上に導電性保護層であるNi層29dを、フレームメッキによって、連続的に形成する。

【0070】さらに、コイル下地層29bの、Cu層29cおよびNi層29dの間に露出している部分を、Arイオンなどの希ガスを用いて、イオンミリングなどのドライエッチング法によって除去すると、図6のように、薄膜導電層であるコイル層29が形成される。また、このドライエッチングによって、Ni層29dの表面に形成された酸化層を除去することもできる。

【0071】このように、本実施の形態では、コイル層29は、Cu層29cがNi層29dによって保護されているので、上記のドライエッチング法によって余分なコイル下地層29bを除去する工程において、コイル下地層29bだけでなく、Cu層29cの上面も削り取られてしまうことを防ぐことができる。

【0072】従って、Cu層29cの体積の変化を防ぐ

ことができ、コイル層29の許容電流や直流抵抗値が一定であるインダクティブヘッドを形成することができ、インダクティブヘッドの品質を一定に保つことが容易になる。

【0073】また、上記のドライエッチングの時に、Cu層29cの上面にArイオンが衝突することを避けることができるので、Cu層29cの上面に残留応力などのダメージが発生することを防ぐことができる。

【0074】コイル層29は、図2に示されたインダクティブヘッドh4の上部コア層31と下部コア層27に記録磁界を誘導するためのものであり、絶縁層28b上に平面状態で、巻回されている。なお、本実施の形態では、Ni層29dの厚さは、200nm～600nmである。

【0075】本実施の形態のように、導電性材料層がCuによって形成されていると、コイル層29の直流抵抗値を低くすること、および許容電流を大きくすることができる。

【0076】また、NiとCuは非磁性の導電性材料であるので、コイル層29のインピーダンスに影響を及ぼすことはない。Cu層29cとNi層29dとの間の応力を小さくして、Ni層29dをCu層29cから剥離しにくくすることも容易である。

【0077】なお、Cu層29cのかわりに、AgまたはCuのうちいずれか一方または両方の元素を含む単層構造または多層構造の非磁性導電層を形成してもよい。

【0078】また、Ni層29dのかわりに、Ni、P、Pd、Pt、BまたはWから選ばれる1種または2種以上の元素を含む単層構造または多層構造の非磁性導電層を形成してもよい。

【0079】Ni層29dは、常温または加熱雰囲気での表面の酸化層の厚さが3.0nm以上に進行しない材料である。また、本実施の形態では200～600nmの厚さで形成されている。したがって、Ni層29dの表面に酸化層が形成されても、イオンミーリングなどのドライエッチング法を用いて、Ni層29dを、表面から3.0nm以上削り取ることにより、Ni層29dに形成された酸化層を確実に除去することができる。本実施の形態では、4.0～9.0nm削り取っている。したがって、コイル層29と絶縁層30との密着性が向上する。

【0080】また、本実施の形態では、イオンミーリングによって削り取られるのは、Ni層29dのみである。したがって、Ni層29dの下層にあるCu層29cの体積は変化しないので、コイル層29の直流抵抗値や許容電流が一定であるインダクティブヘッドを形成することができる。

【0081】なお、本実施の形態では、コイル層29を構成するCu層29cの表面の全面に、Ni層29dを積層しているが、部分的に、例えば、コイル層29が絶

縁層30の開口部30aに現れる部分、すなわち、コイル層29の中心端29aとなる部分にのみ、Cu層29cの表面にNi層29dを積層してもよい。

【0082】Ni層29dから酸化層を除去した後、図7のようにコイル層29上に絶縁層30を積層する。絶縁層30には、後の工程でコイル層29の中心端29aとリード層32とを導通接続させるための開口部30aを形成する。

【0083】開口部30aが形成された後、上部コア層31およびリード層32をメッキするためのメッキ下地層37がスパッタ法によって形成されるまでの間、特に、絶縁層30の表面が熱や紫外線によってキュアされるときに、コイル層29の中心端29aが開口部30aにおいて空気に曝されている領域で、Ni層29dに酸化層が形成されることがある。そこで、酸化層をイオンミーリング等によって除去する。

【0084】酸化層は、Ni層29dに形成されるので、酸化層はNi層29d表面から3.0nm以上に進行しない。したがって、イオンミーリングによって、Ni層29dを表面から3.0nm以上削り取ることにより、Ni層29dから酸化層を確実に除去することが可能になる。本実施の形態では、イオンミーリングによるNi層29dの表面からの除去厚を、4.0～9.0nmに設定している。

【0085】このように、Ni層29dから酸化層をイオンミーリングなどによって削り取る工程を複数回行う場合には、Ni層29dを形成する工程において、Ni層29dを、複数回の削り取る工程による除去厚の合計以上の厚さで形成しておくこと、Cu層29cまで削られてしまうことを防ぐことができる。

【0086】本実施の形態では、酸化層が形成されたNi層29dの表面からの除去厚が4.0～9.0nmであるイオンミーリングを行っている。本実施の形態のように、このイオンミーリングを2回行った場合の除去厚の合計は、8.0～18.0nmである。本実施の形態では、Ni層29dの厚さを200～600nmとしているので、計2回のイオンミーリングによってCu層29cまで削り取られることはない。

【0087】次に、図8のように、絶縁層30上に、上部コア層31およびリード層32をメッキするためのメッキ下地層37（図2および図3では図示せず）がスパッタ法によって形成される。メッキ下地層37は、上部コア層31およびリード層32と同じくパーマロイなどによって形成される。

【0088】さらに、メッキ下地層37上に、上部コア層31およびリード層32が、パーマロイのメッキによって同時に形成され、さらに、上部コア層31およびリード層32の上層が絶縁層33で覆われる。下部コア層27と上部コア層31に挟まれたギャップ層28aの記録媒体との対向部になる先端部が磁気ギャップGとな



る。図9は、積層工程が終了したインダクティブヘッドh4を示す断面図である。

【0089】本実施の形態では、コイル層29の中心端29aの、開口部30aにおいて空気に曝されている領域から酸化層が確実に除去された表面に、メッキ下地層37が積層されているので、コイル層29とリード層32のメッキ下地層37との密着性および導通性を向上させることができる。つまり、薄膜導電層であるコイル層29と導電体であるリード層32との密着性および導通性を向上させることができる。すなわち、インダクティブヘッドh4の接続不良が少なくなり、直流抵抗値が安定化し、記録特性が向上する。

【0090】また、図1に示されたコイル層29の外周端からのリード部29eは、コイル層29と同じ工程で、コイル層29と同時に形成される。すなわち、リード部29eも、導電性材料層であるCu層上に、導電性保護層であるNi層が積層されている。

【0091】リード部29eの表面に、導電体であるバンプ38がメッキ形成され、導通接続される。リード部29eが形成されてから、バンプ38が形成されて、導通接続されるまでの間に、リード部29e上に酸化層が形成される場合がある。

【0092】リード部29eの表面はNi層であるので、リード部29eに形成された酸化層は、Ni層の表面から3.0nm以上に進行しない。したがって、イオンミリングなどによってNi層を表面から、3.0nm以上削り取ることで、リード部29eから酸化層を確実に除去できる。したがって、リード部29eとバンプ38との密着性および導通性を向上させることができる。

【0093】なお、本発明の薄膜導電層は、MR/インダクティブ複合型薄膜磁気ヘッドのインダクティブヘッドのコイル層を構成するために用いることができるだけでなく、薄膜インダクタや、薄膜トランスのコイル層など、薄膜素子の薄膜導電層一般を構成するために用いることができる。

【0094】

【発明の効果】以上詳述したように、本発明の薄膜素子では、コイル層などの薄膜導電層が、導電性材料層と所定厚さの導電性保護層とを有しており、前記導電性保護層は、常温または加熱雰囲気での表面の酸化層が、この導電性保護層の厚さ以上に進行しない材料で形成されているので、薄膜素子を形成する過程で、前記薄膜導電層の表面に酸化層が形成されても、イオンミリングなどによって、前記酸化層を前記薄膜導電層から確実に削り取ることができる。

【0095】また、本発明の薄膜素子の製造方法によれば、薄膜導電層に形成された酸化層を削り取るときに、酸化層を確実に削り取りことができる。さらに、削り取られるのは前記導電性保護層のみであり、前記導電性材

料層は削り取られないので、前記薄膜導電層の許容電流や直流抵抗値を変化させないようにでき、薄膜素子の品質を一定にすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の薄膜素子の実施の形態のインダクティブヘッドを有する、MR/インダクティブ複合型薄膜磁気ヘッドを示す平面図。

【図2】図1のMR/インダクティブ複合型薄膜磁気ヘッドのA-A線の断面図。

【図3】図2のMR/インダクティブ複合型薄膜磁気ヘッドの、インダクティブヘッドのコイル層とリード層の接続部周辺の拡大部分断面図。

【図4】図1ないし図3のMR/インダクティブ複合型薄膜磁気ヘッドのインダクティブヘッドの積層工程における、ギャップ層および絶縁層が積層された状態を示す断面図。

【図5】図4の絶縁層上に、コイル下地層、Cu層およびNi層が積層された状態を示す断面図。

【図6】図5のCu層とNi層の間にある余分なコイル下地層が除去されてコイル層が形成された状態を示す断面図。

【図7】図6のコイル層上に絶縁層が積層された状態を示す断面図。

【図8】図7の絶縁層上にメッキ下地層が積層された状態を示す断面図。

【図9】図8のメッキ下地層上に上部コア層およびリード層ならびに絶縁層が積層されてインダクティブヘッドの積層が終了した状態を示す断面図。

【図10】従来のMR/インダクティブ複合型薄膜磁気ヘッドの断面図。

【図11】従来のMR/インダクティブ複合型薄膜磁気ヘッドのインダクティブヘッドのコイル層とリード層の接続部周辺の拡大部分断面図。

【図12】図10および図11のMR/インダクティブ複合型薄膜磁気ヘッドのインダクティブヘッドの積層工程における、ギャップ層および絶縁層が積層された状態を示す断面図。

【図13】図12の絶縁層上にコイル下地層およびCu層が積層された状態を示す断面図。

【図14】図13のコイル下地層が除去されてコイル層が形成された状態を示す断面図。

【図15】図14のコイル層上に絶縁層が積層された状態を示す断面図。

【図16】図15の絶縁層上にメッキ下地層が積層された状態を示す断面図。

【図17】図16のメッキ下地層上に上部コア層およびリード層ならびに絶縁層が積層されてインダクティブヘッドの積層が終了した状態を示す断面図。

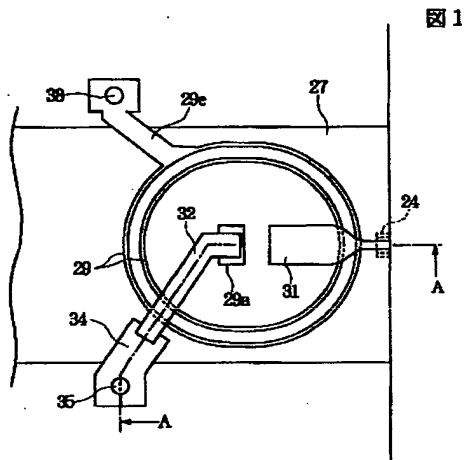
【符号の説明】

27 下部コア層

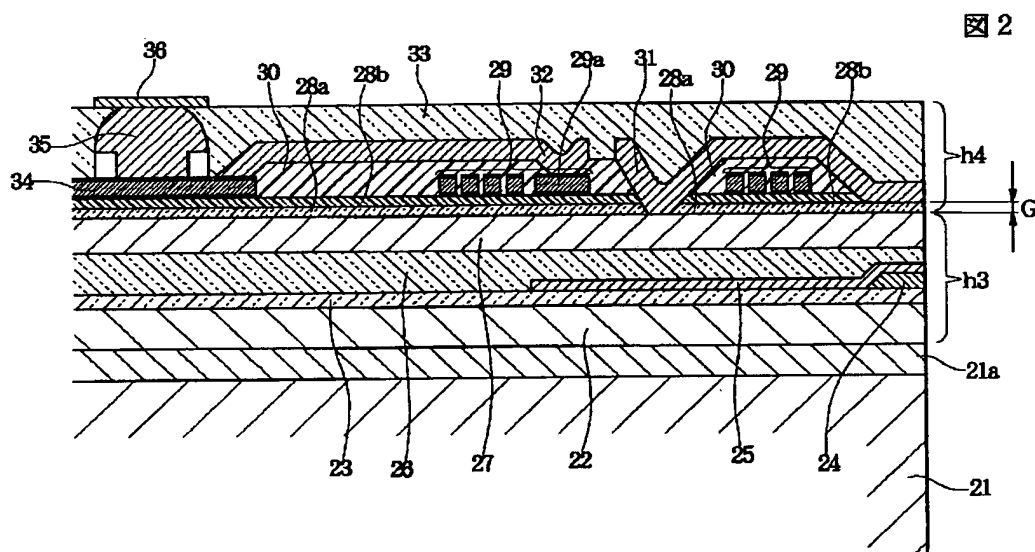
28a ギャップ層  
28b, 30, 33 絶縁層  
29 コイル層  
29a 中心端  
29b コイル下地層  
29c Cu層

29d Ni層  
29e リード部  
31 上部コア層  
32 リード層  
38 パンプ

【図1】

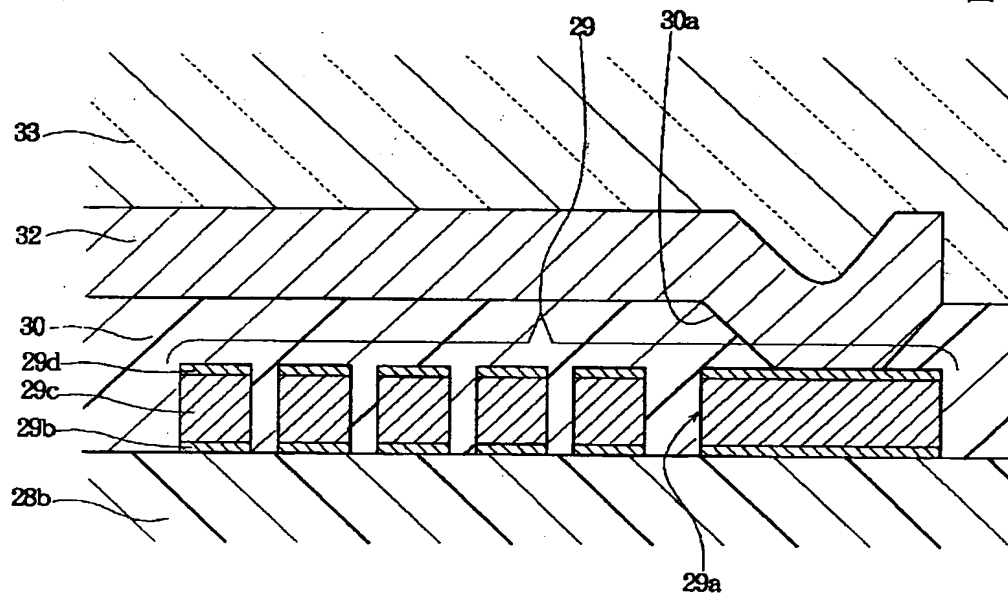


【図2】



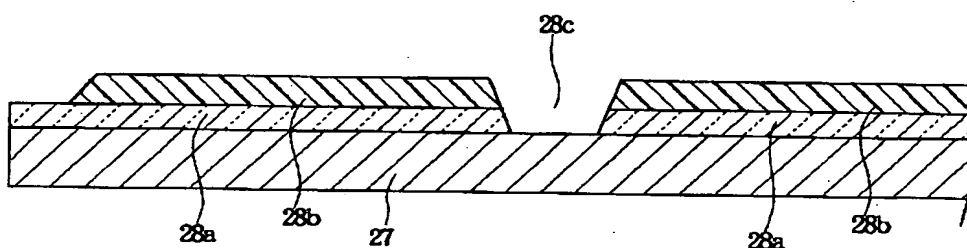
【図3】

図 3



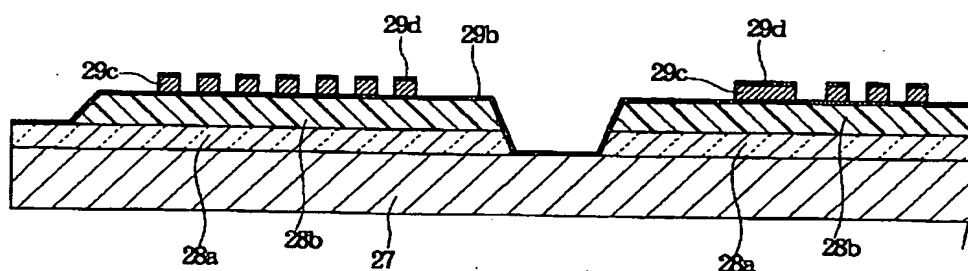
【図4】

図 4

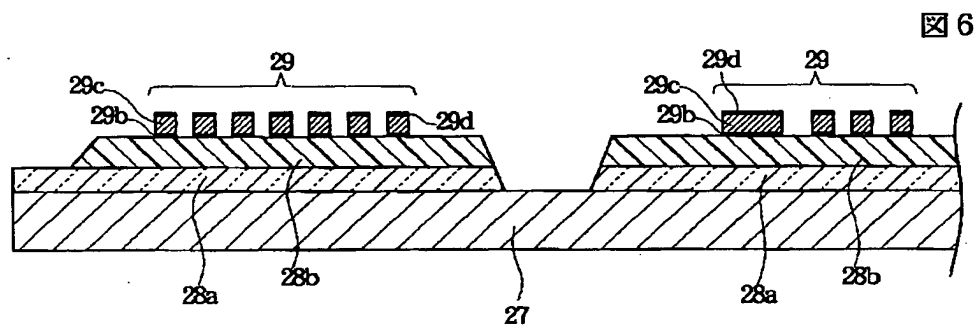


【図5】

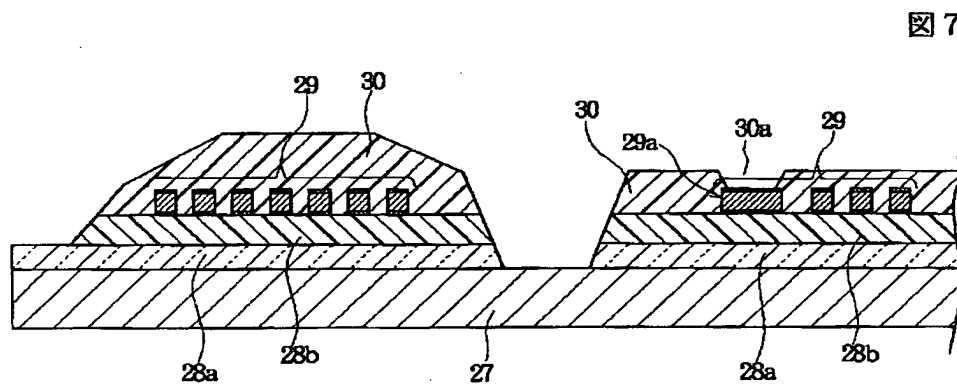
図 5



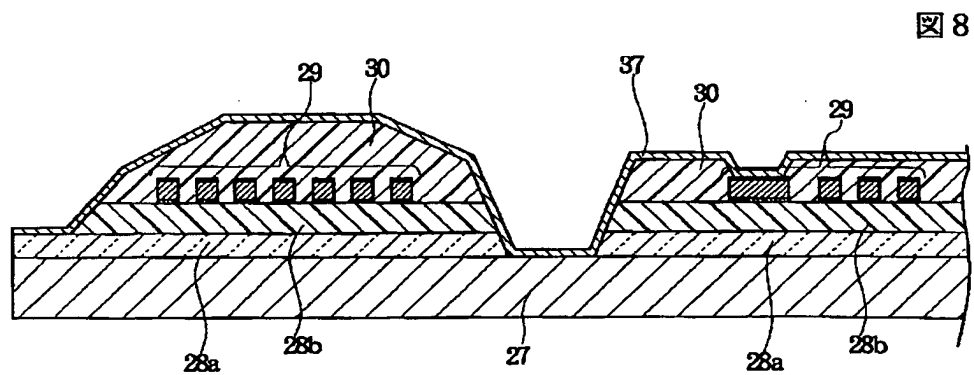
【図6】



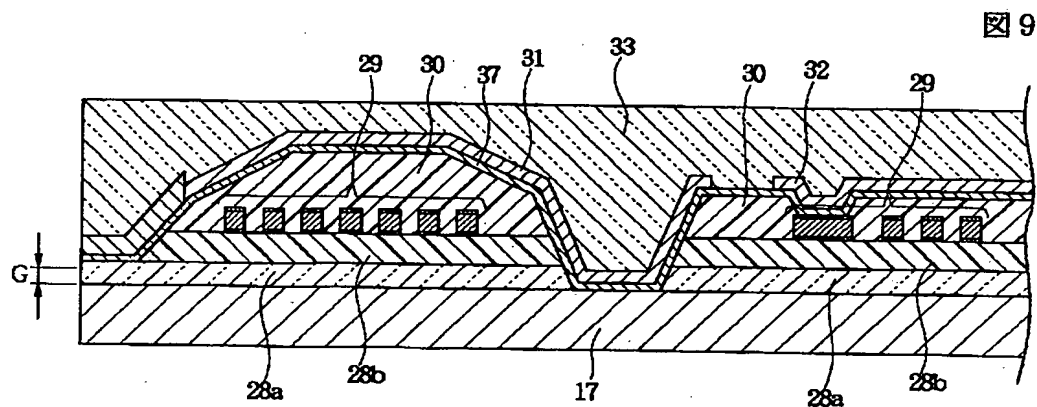
【図7】



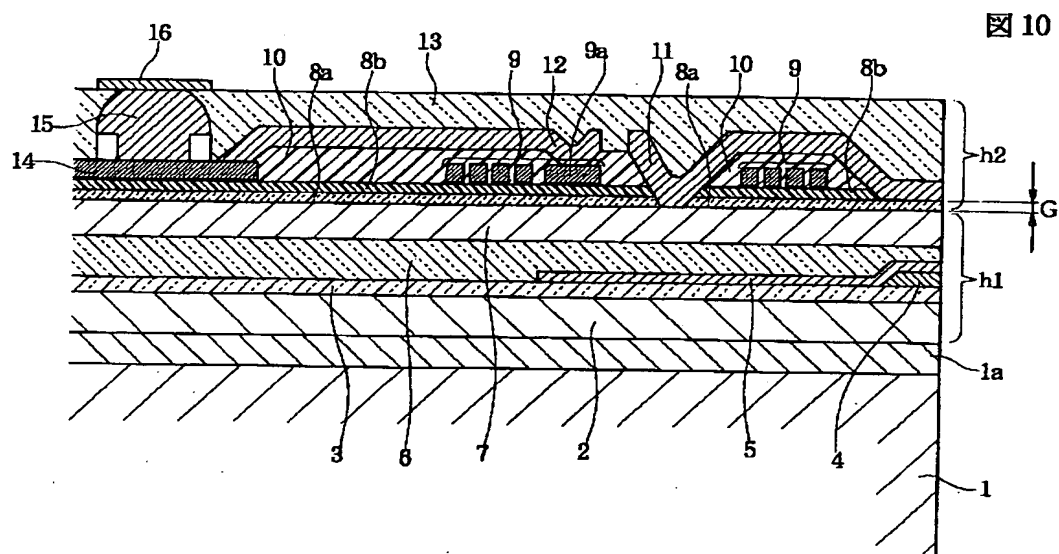
【図8】



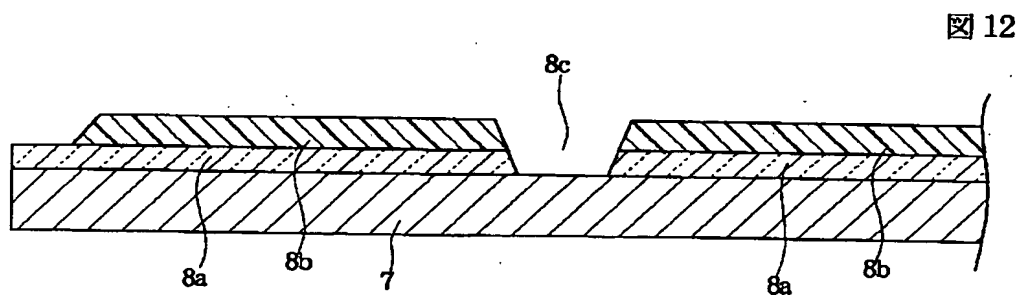
【図 9】



【図 10】

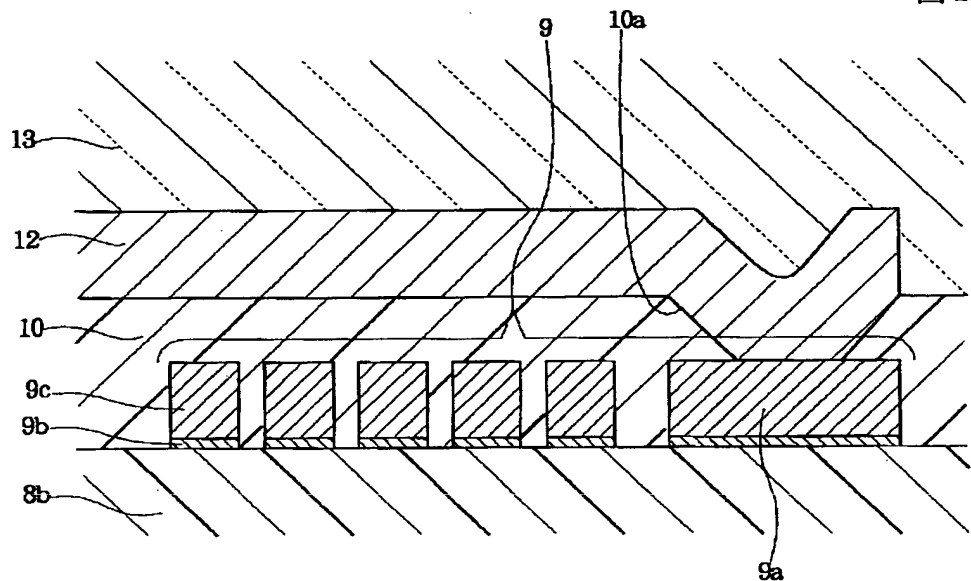


【图 1 2】



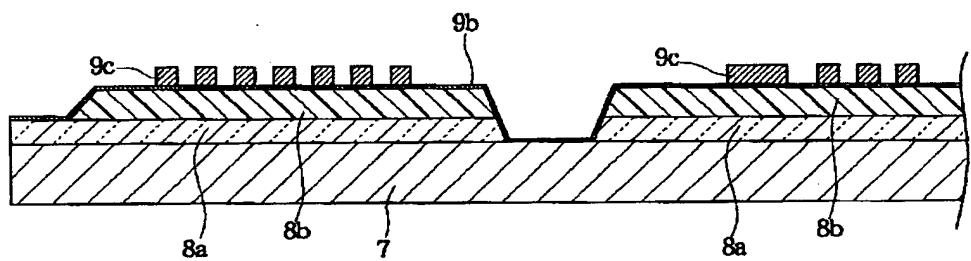
【図11】

図11



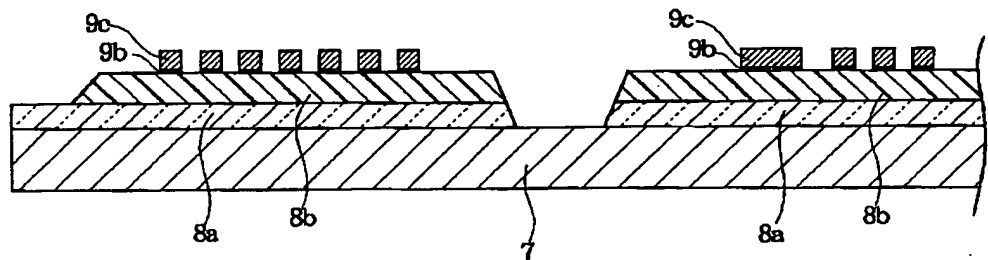
【図13】

図13



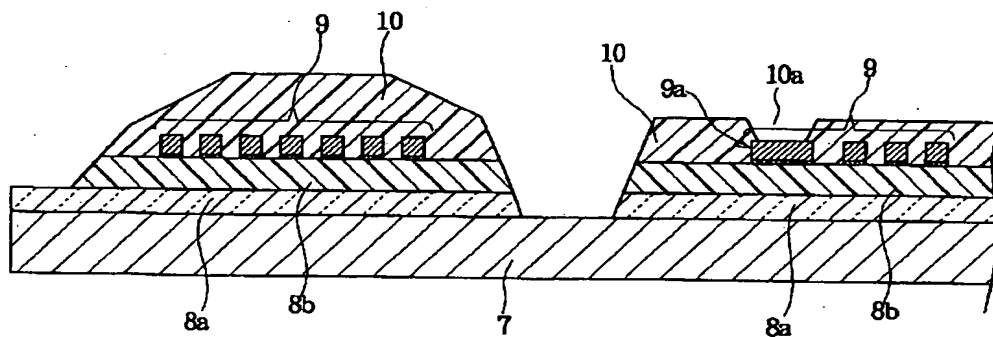
【図14】

図14



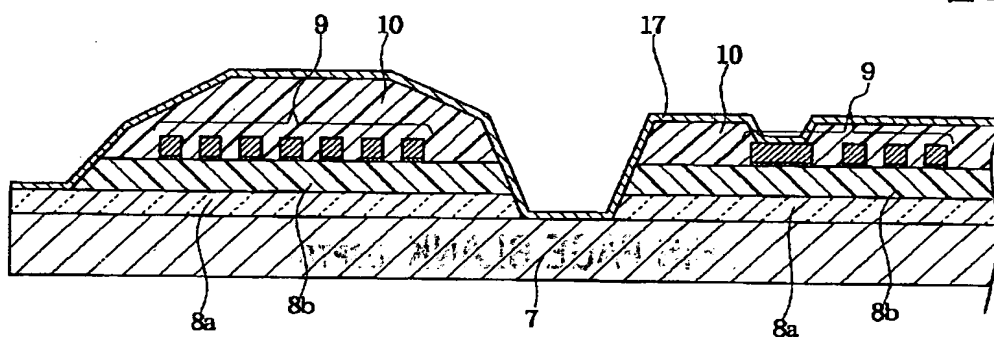
【図15】

図 15



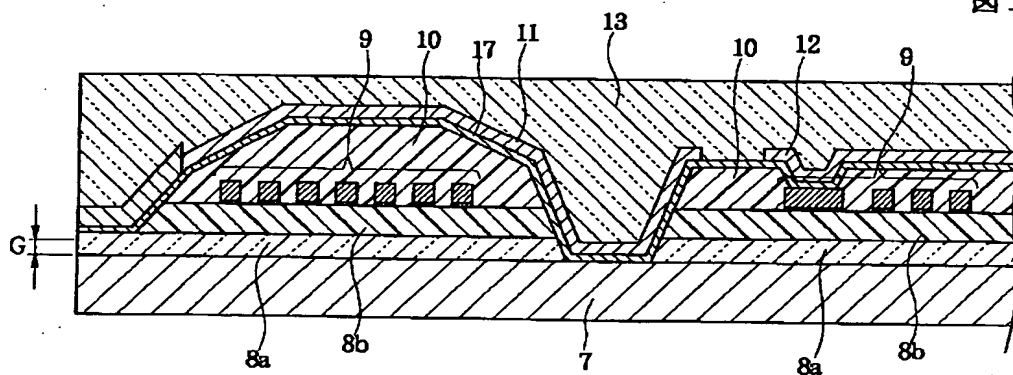
【図16】

図 16



【図17】

図 17



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-322709

(43)Date of publication of application : 24.11.2000

(51)Int.Cl.

G11B 5/31  
H01F 17/00  
H01F 41/04  
// G11B 5/39

(21)Application number : 11-132603

(71)Applicant : ALPS ELECTRIC CO LTD

(22)Date of filing : 13.05.1999

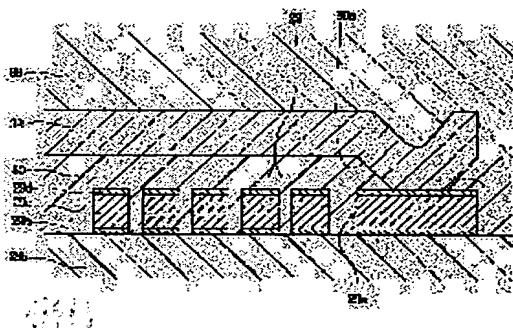
(72)Inventor : SATO KIYOSHI

## (54) THIN FILM ELEMENT AND ITS PRODUCTION

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To surely remove an oxide layer and to improve stability of connection by forming a thin film conductive layer consisting of a conductive material layer and a conductive protective layer formed thereon which is to have an oxide layer of specified thickness or less in the production process.

**SOLUTION:** The coil layer 29 of an inductive head is produced by forming a coil base layer 29b as a laminated product of Ti and Cu on a resist insulating layer 28b formed by a resist, and laminating a Cu layer 29c as a conductive material layer and a Ni layer 29d as a conductive protective layer thereon by a frame plating method. The formation of an oxide layer on the surface of the Ni layer 29d at normal temp. or in a heated atmosphere does not proceed than 3.0 nm thickness, so that the oxide layer can be surely removed by scraping the Ni layer 29d from the surface to  $\geq 3.0$  nm depth by a dry etching method such as ion milling. By connecting the region where the oxide layer of the Ni layer 29d is removed to a lead layer 32, the adhesion property and electrical continuity are improved.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 10.03.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 15.10.2002

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection] 2002-21980

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection] 14.11.2002

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

## \* NOTICES \*

JPO and NCIPJ are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

## [Claim(s)]

[Claim 1] It is the thin film characterized by having the conductive protective layer of the predetermined thickness by which the laminating of said thin film conductive layer was carried out on the conductive ingredient layer and said conductive ingredient layer in the thin film which has a thin film conductive layer and the conductor connected to the front face of this thin film conductive layer.

[Claim 2] Said conductive protective layer is a thin film according to claim 1 by which said conductor is connected to the part from which the whole part or the conductive whole protective layer from which the oxidizing zone of the front face in ordinary temperature or a heating ambient atmosphere was formed with the ingredient which does not run more than this conductive protection layer thickness, and said oxidizing zone of said conductive protective layer was removed was removed.

[Claim 3] Said conductive ingredient layer and said conductive protective layer are a thin film according to claim 1 or 2 formed of plating.

[Claim 4] It is the thin film according to claim 3 which is the nonmagnetic conductive layer of the monolayer structure which said conductive ingredient layer is a nonmagnetic conductive layer of the monolayer structure containing the element of either Cu or Ag, and both, or multilayer structure, and contains one sort or two sorts or more of elements with which said conductive protective layer is chosen from nickel, P, Pd, Pt, B, or W, or multilayer structure.

[Claim 5] Said conductive protective layer is a thin film according to claim 1 to 4 by which the laminating is carried out all over the front face of said conductive ingredient layer.

[Claim 6] The thin film according to claim 1 to 4 by which the laminating of said conductive protective layer is carried out to the front face of said conductive ingredient layer only in the part to which said thin film conductive layer is prepared in a wrap insulating layer, and said thin film conductive layer appears in opening of said insulating layer.

[Claim 7] The thin film according to claim 1 to 6 by which the lead section prolonged in one from said coil layer in the thin film magnetic head which has the core layer which forms a gap in the opposite section with a record medium, and the coil layer wound around said core layer in the state of the flat surface which guides a record field, and/or this coil layer is said thin film conductive layer, and said conductor is connected on said coil layer and/or said lead section.

[Claim 8] The manufacture approach of the thin film characterized by having the following processes.

(a) The process which carries out plating formation of the conductive ingredient layer.

(b) said conductive ingredient layer top — the oxidizing zone of the front face in ordinary temperature or a heating ambient atmosphere — given thickness — with, the process which carries out plating formation of the ingredient which does not run upwards by said predetermined thickness, and forms a conductive protective layer.

(c) The process which removes the oxidizing zone of the front face of said conductive protective layer, or removes the conductive whole protective layer.

(d) The process which carries out the laminating of the conductor to the front face of a conductive protective layer on which said oxidizing zone was removed.

[Claim 9] The manufacture approach of the thin film according to claim 8 which forms said conductive ingredient layer in monolayer structure or multilayer structure with the ingredient containing the element of either Cu or Ag, and both, and is formed in monolayer structure or multilayer structure with the ingredient containing one sort or two sorts or more of elements chosen from nickel, P, Pd, Pt, B, or W in said conductive protective layer.

[Claim 10] The manufacture approach of the thin film according to claim 8 or 9 which performs the process cutting off an oxidizing zone over multiple times at said process (c), and forms said conductive protective layer in the process of the above (b) by the thickness beyond the sum total of the clearance thickness of said multiple times depended for shaving off.

[Claim 11] In case the thin film magnetic head which has the core layer which forms a gap in the opposite section with a record medium, and the coil layer wound around said core layer in the state of the flat surface which guides a record field is formed The lead section prolonged in one is formed in one from said coil layer and/or this coil layer at the process of the above (a) and (b). At the process of the above (d) The manufacture approach of the thin film according to claim 8 to 10 which carries out plating formation of the lead layer and/or bump of another layer with said coil layer as said conductor.

---

[Translation done.]

## \* NOTICES \*

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

DETAILED DESCRIPTION

---

## [Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] By starting the thin film which has thin film conductive layers, such as a coil layer, and conductors connected to the front face of this thin film conductive layer, such as a lead layer and a bump, and raising the adhesion and the conductivity of said thin film conductive layer and said conductor especially, this invention can reduce a faulty connection and relates to the thin film which can raise the stability of a direct-current-resistance value, and the manufacture approach of this thin film.

[0002]

[Description of the Prior Art] Drawing 10 is the sectional view of the conventional MR / inductive compound-die head. MR mold thin film magnetic head h1 for reading of this MR / inductive compound-die head forms alumina under coat film 1a on the slider 1 which consists of an alumina titanium carbide, and on it, the laminating of the lower shielding layer 2, the lower gap layer 3, MR component layer 4, the electrode layer 5, the up gap layer 6, and the up shielding layer 7 is carried out, and it is formed.

[0003] On said up shielding layer and the lower core layer 7 of combination, the laminating of gap layer 8a, insulating-layer 8b, the coil layer 9, an insulating layer 10, the up core layer 11, the lead layer 12, and the insulating layer 13 is carried out, and the inductive head h2 for writing formed on MR mold thin film magnetic head h1 for reading is formed. The point which turns into the opposite section with the record medium of gap layer 8a inserted into the lower core layer 7 and the up core layer 11 is set to magnetic gap G.

[0004] In addition, the lead layer 12 is the edge and the edge of an opposite hand which are making flow connection with main edge 9a of the coil layer 9, and is connected to the electrode which was formed with the same ingredient as the coil layer 9 and which raises and consists of the bump 15 and bonding pad 16 for external connection through a layer 14.

[0005] Drawing 11 is the amplification fragmentary sectional view around a connection of the coil layer 9 of the inductive head h2 for writing data in a magnetic-recording medium, and the lead layer 12. The coil layer 9 which is a thin film conductive layer is formed through coil substrate layer 9b which consists of Ti and Cu by carrying out frame plating of the Cu layer 9c which is a conductive ingredient layer on insulating-layer 8b by which the laminating was carried out on gap layer 8a of an inductive head h2. The coil layer 9 is wound in the state of the flat surface on insulating-layer 8b. On the coil layer 9, the laminating of the lead layer 12 which is a conductor is carried out through the insulating layer 10. The lead layer 12 is formed of plating of a permalloy. In main edge 9a of the coil layer 9, flow connection of the coil layer 9 and the lead layer 12 is made.

[0006] Drawing 12 to drawing 17 is the sectional view showing the laminating process of the inductive head h2 of MR / inductive compound-die thin film magnetic head shown in drawing 10. Drawing 12 shows the condition that the laminating of the insulating-layer 8b formed on the lower core layer 7 by hardening gap layer 8a and the resist which consist of aluminum 2O3, SiO2, etc. by postbake is carried out.

[0007] Drawing 13 shows the condition that coil substrate layer 9b which is the layered product of Ti and Cu was formed by the vacuum forming-membranes methods, such as a spatter, and Cu layer 9c which is a conductive ingredient layer was formed of frame plating on this coil substrate layer 9b on insulating-layer 8b. Cu layer 9c is wound in the state of the flat surface on coil substrate layer 9b.

[0008] Furthermore, if coil substrate layer 9b exposed between Cu layer 9c is removed by the dry etching methods, such as ion mealing by Ar ion etc., the coil layer 9 which consists of coil substrate layer 9b and Cu layer 9c will be formed, and it will become the configuration of drawing 14.

[0009] Next, the laminating of the insulating layer 10 is carried out on the coil layer 9 like drawing 15. At this time, opening 10a is formed on main edge 9a of the coil layer 9.

[0010] On an insulating layer 10, the plating substrate layer 17 (not shown in drawing 10 and drawing 11) for plating the up core layer 11 and the lead layer 12 is formed of a spatter like drawing 16. The plating substrate layer 17 is formed of a permalloy etc. as well as the up core layer 11 and the lead layer 12. Opening 10a is closed by the plating substrate layer 17 at this time.

[0011] Furthermore, on the plating substrate layer 17, the up core layer 11 and the lead layer 12 are simultaneously formed of plating of a permalloy, and the upper layer of the up core layer 11 and the lead layer 12 is covered by the insulating layer 13. The point which turns into the opposite section with the record medium of gap layer 8a inserted into the lower core layer 7 and the up core layer 11 is set to magnetic gap G. Drawing 17 is the sectional view showing the inductive head h2 which the laminating process ended.

[0012]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] In said conventional example, not only coil substrate layer 9b but the top face of Cu layer 9c will be shaved [ condition / of drawing 13 ] by ion mealing etc. in the process which removes coil substrate layer 9b exposed between Cu layer 9c. When the top face of Cu layer 9c was shaved off, the direct-current-resistance value of the coil layer 9 changed, and the problem that the product property of the manufactured inductive head fell had arisen. Moreover, in order that Ar ion might collide with the top face of Cu layer 9c at the time of ion mealing, damages, such as residual stress, occurred on the top face of Cu layer 9c, and the problem that the direct-current-resistance value of the coil layer 9 will change also with these had arisen.

[0013] Furthermore, the coil layer 9 may be put to air like drawing 14 after the coil layer 9 is formed until the laminating of the insulating layer 10 is carried out. Moreover, since main edge 9a of the coil layer 9 is exposed from opening 10a of an insulating layer 10 like drawing 15 where an insulating layer 10 is formed, being put to air is possible also until the plating substrate layer 17 is formed and opening 10a is closed.

[0014] If the coil layer 9 is put to air, the front face of the coil layer 9 which is a thin film conductive layer will oxidize, and an oxidizing zone will be formed. Since especially main edge 9a of the coil layer 9 is put to air in opening 10a when carrying out a cure, applying heat in order to carry out flattening of the insulating layer 10, it tends to oxidize compulsorily.

[0015] If the front face of the coil layer 9 oxidizes and an oxidizing zone is formed in the front face, adhesion with the insulating layer 10 by which a laminating is carried out on the coil layer 9, and the lead layer 12 will worsen, and it will become easy to produce exfoliation. If main edge 9a of the coil layer 9 which makes flow connection with the lead layer 12 especially has oxidized, since adhesion with the lead layer 12 not only worsens, but conductivity will fall, the direct-current-resistance value of an inductive head h2 becomes instability, and a recording characteristic falls.

[0016] When an oxidizing zone is formed in the coil layer 9, how to remove an oxidizing zone using the dry etching methods, such as ion mealing, can be considered. However, although the front face of the coil layer 9 is Cu layer 9c, since the oxidation layer thickness formed in Cu layer 9c changes with conditions at the time of the oxidation stratification, it cannot predict beforehand the oxidation layer thickness formed on the coil layer 9.

[0017] Therefore, when ion mealing was set up so that the oxidizing zone formed on the coil layer 9 may be shaved off by fixed clearance thickness, the product with which said oxidizing zone is not shaved off certainly was manufactured, or it was shaved off to the field where the coil layer 9 has not oxidized conversely, and the problem that the property of an inductive head h2 will vary for every product had arisen. Moreover, it is not practical to measure the oxidation layer thickness formed on the coil layer 9, and to unite and change setting out of ion mealing into oxidation layer thickness at the time of manufacture.

[0018] Moreover, when thin film conductive layers, such as a coil layer, oxidize in a production process, the problem that adhesion and conductivity with the conductor connected to the adhesion of this thin film conductive layer and the insulating layer formed in that upper layer and the front face of a thin film conductive layer fall may arise in a general thin film, such as not only the thin film magnetic head but a thin film inductor, and a thin film transformer.

[0019] By raising the adhesion and the conductivity with the conductor which it is, can remove certainly the oxidizing zone formed on thin film conductive layers, such as a coil layer of a thin film, and is connected to a thin film conductive layer and its front face for solving the above-mentioned conventional technical problem, this invention can reduce a faulty connection and aims at offering the manufacture approach of the thin film which can raise the stability of a direct-current-resistance value, and this thin film.

[0020]

[Means for Solving the Problem] In the thin film in which the thin film of this invention has a thin film conductive layer and the conductor which connects with the front face of this thin film conductive layer, said thin film conductive layer is characterized by having a conductive ingredient layer and the conductive protective layer of the predetermined thickness by which the laminating was carried out on said conductive ingredient layer.

[0021] Since the conductive ingredient layer is formed with the structure protected by the conductive protective layer, the thin film conductive layer which constitutes the coil layer of the thin film of this invention etc. can prevent shaving off not only a coil substrate layer but the top face of a conductive ingredient layer by the dry etching methods, such as ion mealing, in the process which removes an excessive coil substrate layer, when forming a coil layer.

[0022] Therefore, change of the volume of said conductive ingredient layer can be prevented. Since the volume of said conductive ingredient layer is an element which determines the allowable current and the direct-current-resistance value of said thin film conductive layer, if change of the volume of said conductive ingredient layer can be prevented, it will become easy for the allowable current and the direct-current-resistance value of said thin film conductive layer to be able to form a fixed thin film, and to keep the quality of a thin film constant.

[0023] Moreover, since it is avoidable that Ar ion collides with the top face of said conductive ingredient layer at the time of ion mealing, it can prevent damages, such as residual stress, occurring on the top face of said conductive ingredient layer. Therefore, in this invention, the thin film whose direct-current-resistance value of a thin film conductive layer is a fixed value can be obtained.

[0024] Moreover, as for said conductive protective layer, it is desirable that said conductor is connected to the part from which the part from which the oxidizing zone of the front face in ordinary temperature or a heating ambient atmosphere was formed with the ingredient which does not run more than this conductive protection layer thickness, and said oxidizing zone of said conductive protective layer was removed, or said conductive whole

protective layer was removed.

[0025] If said conductive protective layer is formed with the ingredient with which the oxidizing zone of the front face in ordinary temperature or a heating ambient atmosphere does not advance more than this conductive protection layer thickness, even if an oxidizing zone is formed in said conductive protective layer. For example, said oxidizing zone is certainly removable shaving off said conductive protective layer more than the maximum thickness of the oxidizing zone which advanced from the front face using the dry etching methods, such as ion mealing, or by removing all conductive protective layers.

[0026] Since said conductors, such as a lead layer, are connected to the part from which said oxidizing zone of said conductive protective layer was removed, the thin film of this invention can raise the adhesion and the conductivity of said thin film conductive layer and said conductor. Therefore, the faulty connection of a thin film can be lessened. Moreover, the direct-current-resistance value of a thin film can be stabilized, and a property can be raised.

[0027] Moreover, if the conductive protective layer of the predetermined thickness of a thin film is formed with the ingredient with which the oxidizing zone of the front face in ordinary temperature or a heating ambient atmosphere does not advance more than this conductive protection layer thickness, when it will remove the oxidizing zone of said conductive protective layer front face by ion mealing etc. like this invention, only said conductive protective layer shaves (a part or all) of a conductive protective layer off, and can be prevented from shaving off said conductive ingredient layer. Therefore, change of the volume of said conductive ingredient layer can be prevented, and the allowable current and the direct-current-resistance value of said thin film conductive layer can form a fixed thin film.

[0028] In addition, in order that said conductive ingredient layer and said conductive protective layer may enlarge an allowable-current value and may reduce a direct-current-resistance value, they need to be formed by sufficient thickness. Therefore, as for said conductive ingredient layer and said conductive protective layer, being formed of plating is desirable.

[0029] Furthermore, said conductive ingredient layer is a nonmagnetic conductive layer of the monolayer structure which contains the element of either or both among Cu and Ag, or multilayer structure, and, as for said conductive protective layer, it is desirable that it is the nonmagnetic conductive layer of the monolayer structure containing one sort or two sorts or more of elements chosen from nickel, P, Pd, Pt, B, or W or multilayer structure.

[0030] It is checked by experiment that the ingredient of the above-mentioned conductive protective layer is an ingredient which does not run more than thickness with the fixed oxidizing zone of the front face in ordinary temperature or a heating ambient atmosphere. For example, when an oxidizing zone is formed in the front face of said conductive protective layer as said conductive protective layer is a nickel layer, it is checked experimentally that about 3.0nm or more of this oxidizing zone does not advance from the front face of said conductive protective layer. Therefore, said oxidizing zone is certainly removable using the dry etching methods, such as ion mealing, by shaving [ front face ] 3.0nm or more of said conductive protective layers.

[0031] Moreover, the allowable current and the direct-current-resistance value of a thin film conductive layer are decided also with the ingredient of said conductive ingredient layer. A direct-current-resistance value is low in said conductive ingredient layer being a nonmagnetic conductive layer of the monolayer structure which contains the element of either or both among Cu and Ag, or multilayer structure, and the allowable current can form a large thin film conductive layer.

[0032] Moreover, when the coil layer of a thin film etc. is constituted using the thin film conductive layer of this invention, if the conductive ingredient layer and the conductive protective layer which constitute said thin film conductive layer are formed with nonmagnetic conductive ingredients, such as above nickel, Cu, etc., it can avoid affecting the impedance of a coil layer.

[0033] Said conductive ingredient layer is a nonmagnetic conductive layer of the monolayer structure which contains the element of either or both among Cu and Ag, or multilayer structure. In addition, said conductive protective layer Stress can be made small, when carrying out the laminating of said conductive protective layer to it being the nonmagnetic conductive layer of the monolayer structure containing one sort or two sorts or more of elements chosen from nickel, P, Pd, Pt, B, or W, or multilayer structure on the front face of said conductive ingredient layer and forming said thin film conductive layer. Therefore, said conductive ingredient layer and said conductive protective layer stop being able to exfoliate easily.

[0034] Moreover, if the laminating of said conductive protective layer is carried out all over the front face of said conductive ingredient layer, protection of all the front faces of said thin film conductive layer is possible.

[0035] However, said thin film conductive layer may be prepared in a wrap insulating layer, and the laminating of said conductive protective layer may be carried out to the front face of said conductive ingredient layer only in the part to which said thin film conductive layer appears in opening of said insulating layer.

[0036] As for the conductor connected to the front face of said thin film conductive layer, removing certainly only the oxidizing zone of a part which appears in opening of this insulating layer, since said thin film conductive layer is connected with said thin film conductive layer in the part which appears in opening of said insulating layer can also raise the adhesion and the conductivity of said thin film conductive layer and said conductor, and the direct-current-resistance value of a thin film can be stabilized.

[0037] Moreover, the lead section prolonged in one from said coil layer in the thin film magnetic head which has the core layer by which the thin film of this invention forms a gap in the opposite section with a record medium, and the coil layer wound around said core layer in the state of the flat surface which guides a record field, and/or this coil layer is said thin film conductive layer, and said conductor is connected on said coil layer and/or said lead section.

[0038] Moreover, the manufacture approach of the thin film of this invention is characterized by having the following processes.

(a) The process which carries out plating formation of the conductive ingredient layer.

(b) said conductive ingredient layer top — the oxidizing zone of the front face in ordinary temperature or a heating ambient atmosphere — given thickness — with, the process which carries out plating formation of the ingredient which does not run upwards by said predetermined thickness, and forms a conductive protective layer.

(c) The process which removes the oxidizing zone of the front face of said conductive protective layer, or removes the conductive whole protective layer.

(d) The process which carries out the laminating of the conductor to the front face of a conductive protective layer on which said oxidizing zone was removed.

[0039] According to the manufacture approach of the thin film of this invention, said conductive protective layer Since the ingredient with which the oxidizing zone of the front face in ordinary temperature or a heating ambient atmosphere does not advance more than predetermined thickness is formed by carrying out a laminating by said predetermined thickness After the process of (b), even if an oxidizing zone is formed in the front face of said conductive protective layer Said oxidizing zone is [ in / the process of (c) ] certainly removable by shaving off said conductive protective layer more than the maximum thickness of the oxidizing zone which advanced from the front face using the dry etching methods, such as ion mealing by Ar ion.

[0040] Furthermore, in the process of (d), since the laminating of the conductors, such as a lead layer, is carried out to the front face on which said oxidizing zone of said conductive protective layer was removed, the adhesion and the conductivity of the thin film conductive layer which consists of said conductive ingredient layer and said conductive protective layer, and said conductor can be raised. Therefore, the faulty connection of a thin film can be lessened. Moreover, the direct-current-resistance value of a thin film can be stabilized, and a property can be raised.

[0041] Moreover, since the laminating of the ingredient with which the oxidizing zone of the front face in ordinary temperature or a heating ambient atmosphere does not advance a conductive protective layer more than predetermined thickness is carried out and it is formed with said predetermined thickness in the process of (b) by the manufacture approach of the thin film of this invention When ion mealing etc. removes the oxidizing zone of said conductive protective layer front face, only said conductive protective layer is shaved off and it can avoid shaving off said conductive ingredient layer in the process of (c). Therefore, since change of the volume of said conductive ingredient layer can be prevented, the allowable current and the direct-current-resistance value of said thin film conductive layer can form a fixed thin film, and can make it easy to keep the quality of a thin film constant.

[0042] Moreover, since impact ion, such as Ar ion used for ion mealing, collides only with said conductive protective layer and does not collide with the top face of said conductive ingredient layer directly, it is avoidable that damages, such as residual stress, occur on the top face of said conductive ingredient layer. Therefore, the effectiveness which makes regularity the direct-current-resistance value of a thin film conductive layer is acquired.

[0043] In addition, it is desirable to form said conductive ingredient layer in monolayer structure or multilayer structure with the ingredient containing the element of either Cu or Ag, and both, and to form in monolayer structure or multilayer structure with the ingredient containing one sort or two sorts or more of elements chosen from nickel, P, Pd, Pt, B, or W in said conductive protective layer.

[0044] If said conductive ingredient layer is formed in monolayer structure or multilayer structure with the above-mentioned ingredient, even if an oxidizing zone is formed in said conductive protective layer, it is checked experimentally that the thickness from the front face of said conductive protective layer of this oxidizing zone does not advance more than fixed thickness.

[0045] For example, when an oxidizing zone is formed in said conductive protective layer as said conductive protective layer is a nickel layer, it turns out that 3.0nm or more of this oxidizing zone does not advance from the front face of said conductive protective layer. Therefore, in the process of the above (c), said oxidizing zone is certainly removable using ion mealing etc. by shaving [ front face ] 3.0nm or more of said conductive protective layers.

[0046] Moreover, the allowable current and the direct-current-resistance value of said thin film conductive layer are decided also with the ingredient of said conductive ingredient layer. If said conductive ingredient layer is formed in monolayer structure or multilayer structure with the ingredient containing the element of either Cu or Ag, and both, a direct-current-resistance value is low and the allowable current can form a large thin film conductive layer.

[0047] Moreover, when the coil layer of a thin film etc. is constituted using the thin film conductive layer of this invention, if the conductive ingredient layer and the conductive protective layer which constitute said thin film conductive layer are formed with nonmagnetic conductive ingredients, such as above nickel, Cu, etc., it can avoid affecting the impedance of a coil layer.

[0048] Moreover, said conductive ingredient layer is formed as a nonmagnetic conductive layer of the monolayer structure which contains the element of either or both among Cu and Ag, or multilayer structure. If it forms as a nonmagnetic conductive layer of the monolayer structure containing one sort or two sorts or more of elements chosen from nickel, P, Pd, Pt, B, or W in said conductive protective layer, or multilayer structure Stress can be made small, when carrying out the laminating of said conductive protective layer to the front face of said conductive ingredient layer and forming said thin film conductive layer. Therefore, it can be made hard to exfoliate said conductive ingredient layer and said conductive protective layer.

[0049] When performing the process cutting off an oxidizing zone over multiple times at said process (c), it is



desirable to form said conductive protective layer by the process of the above (b) by the thickness beyond the sum total of the clearance thickness of said multiple times depended for shaving off.

[0050] When carrying out this invention, the process which shaves off said oxidizing zone by ion mealing etc. is not necessarily performed only once. For example, when forming the coil layer of an inductive head, remove an excessive coil substrate layer, and in order to shave off the oxidizing zone simultaneously formed in the coil layer front face, the laminating of the insulating layer is carried out once on said coil layer. When opening which turns into a connection of said coil layer and lead layer is formed in said insulating layer, in order to shave [ opening / said ] the oxidizing zone formed in the coil layer front face put to air, it may carry out once again. When such, in order to prevent deleting said conductive ingredient layer in the lower layer of said conductive protective layer, it is desirable to form said conductive protective layer by the thickness beyond the sum total of the clearance thickness by 2 times of ion mealing.

[0051] The manufacture approach of the thin film of this invention Moreover, for example, the core layer which forms a gap in the opposite section with a record medium, In case the thin film magnetic head which has the coil layer wound around said core layer in the state of the flat surface which guides a record field is formed Forming in one the lead section prolonged in one from said coil layer and/or this coil layer at the process of the above (a) and (b), at the process of the above (d), said coil layer carries out plating formation of the lead layer and/or bump of another layer as said conductor.

[0052]

[Embodiment of the Invention] Drawing 1 is the top view showing the so-called MR / inductive compound-die head which carried out the laminating of the inductive head h4 for writing on MR mold thin film magnetic head h3 for reading. This inductive head h4 shows the gestalt of operation of the thin film of this invention. Drawing 2 is the sectional view of the A-A line of drawing 1.

[0053] As shown in drawing 2, MR mold thin film magnetic head h3 for reading of this MR / inductive compound-die head forms alumina under coat film 21a on the slider 21 which consists of an alumina titanium carbide, and the laminating of the lower shielding layer 22, the lower gap layer 23, MR component layer 24, the electrode layer 25, the up gap layer 26, and the up shielding layer 27 is carried out, and it is formed.

[0054] On said up shielding layer and the lower core layer 27 of combination, the laminating of gap layer 28a, insulating-layer 28b, the coil layer 29, an insulating layer 30, the up core layer 31, the lead layer 32, and the insulating layer 33 is carried out, and the inductive head h4 for writing formed on MR mold thin film magnetic head h3 for reading is formed.

[0055] The point of gap layer 28a which turns into the opposite section with the record medium inserted into the lower core layer 27 and the up core layer 31 is set to magnetic gap G. Moreover, the coil layer 29 is wound in the state of the flat surface on insulating-layer 28b, and guides a record field to the lower core layer 27 and the up core layer 31. In addition, drawing 1 has indicated the coil layer 29 as an ellipse ring of this alignment instead of a spiral on account of a graphic display. This coil layer 29 is a thin film conductive layer of the thin film of this invention.

[0056] Flow connection is made with the lead layer 32 by main edge 29a, the edge linked to main edge 29a of the coil layer 29 is an edge of an opposite hand, and the lead layer 32 was formed simultaneously with the coil layer 29, raised the coil layer 29, and it is connected with the bump 35 and the bonding pad 36 through the layer 34. This lead layer 32 is the conductor of the thin film of this invention.

[0057] In addition, gap layer 28a of an inductive head h4 and an insulating layer 33 are formed with insulating ingredients, such as aluminum 2O3 and SiO2, insulating-layer 28b and an insulating layer 30 are formed of a resist, and the lower core layer 27, the up core layer 31, and the lead layer 32 are formed of conductive soft magnetic materials, such as a permalloy.

[0058] Drawing 3 is the amplification fragmentary sectional view around a connection of the coil layer 29 and the lead layer 32 of the inductive head h4 of MR / inductive compound-die thin film magnetic head shown in drawing 2.

[0059] On insulating-layer 28b, through coil substrate layer 29b which is the layered product of Ti and Cu, the coil layer 29 is formed, when the laminating of the 29d of the nickel layers of Cu layer 29c which is a conductive ingredient layer, and the predetermined thickness which is a conductive protective layer is continuously carried out by frame plating. Carrying out low the direct-current-resistance value of the coil layer 29 to a conductive ingredient layer being Cu layer 29c and the allowable current can be enlarged. In addition, a conductive ingredient layer may be a nonmagnetic conductive layer of not only Cu layer 29c but Ag, the monolayer structure which strikes Cu and contains the element of either or both, or multilayer structure.

[0060] With the gestalt of this operation, the conductive protective layer is formed as 29d of nickel layers. As for 29d of nickel layers, it is checked experimentally that the oxidation layer thickness of the front face in ordinary temperature or a heating ambient atmosphere does not advance to 3.0nm or more. Therefore, the dry etching methods, such as ion mealing, enable it to remove an oxidizing zone from 29d of nickel layers certainly by shaving [ front face ] 29d of 3.0nm or more of nickel layers. Moreover, a conductive protective layer may be a nonmagnetic conductive layer of the monolayer structure containing one sort or two sorts or more of elements chosen from nickel, P, Pd, Pt, B, or W, or multilayer structure.

[0061] The lead layer 32 is connected to the part from which the oxidizing zone of 29d of nickel layers of the coil layer 29 was removed with the gestalt of this operation. Therefore, since the adhesion and the conductivity of the coil layer 29 and the lead layer 32 can be raised, lessening the faulty connection of an inductive head h4 and a direct-current-resistance value can be stabilized, and a recording characteristic can be raised. Moreover, if an oxidizing zone can remove from 29d of nickel layers certainly, the adhesion of the coil layer 29 and an insulating

layer 30 can also be raised.

[0062] Moreover, with the gestalt of this operation, the predetermined thickness of 29d of nickel layers is set as 200–600nm. On the other hand, the oxidizing zone formed in 29d of nickel layers does not advance in thickness of 3.0nm or more from the front face of 29d of nickel layers. Therefore, when ion mealing etc. removes the oxidizing zone of the front face of 29d of nickel layers, only 29d of nickel layers is shaved off and it can avoid shaving off Cu layer 29c. That is, change of the volume of Cu layer 29c can be prevented. Since the volume of Cu layer 29c is an element which determines the allowable current and the direct-current-resistance value of the coil layer 29, if change of the volume of Cu layer 29c can be prevented, it can form the inductive head h4 with fixed allowable current and direct-current-resistance value of the coil layer 29, and can keep the quality of an inductive head h4 constant.

[0063] Since nickel and Cu are nonmagnetic conductive ingredients, the impedance of the coil layer 29 is not affected. Furthermore, if the laminating of the 29d of the nickel layers is carried out to Cu layer 29c and the coil layer 29 is formed, since stress between 29d of nickel layers and Cu layer 29c can be made small, it can be made hard to exfoliate from Cu layer 29c in 29d of nickel layers.

[0064] In addition, with the gestalt of this operation, by carrying out the laminating of the 29d of the nickel layers which are a conductive protective layer all over the front face of Cu layer 29c which is the conductive ingredient layer which constitutes the coil layer 29, the effectiveness of improvement in the adhesion of the coil layer 29, and the main edge 29a of improvement in adhesion with an insulating layer 30 and the coil layer 29 and the lead layer 32 and conductivity can be acquired, and the direct-current-resistance value of an inductive head can be stabilized.

[0065] However, the laminating of the 29d of the nickel layers may be selectively carried out to not the whole surface of the front face of Cu layer 29c which constitutes the coil layer 29 but the part which appears in opening 30a of the wrap insulating layer 30, i.e., the part which serves as a connection of main edge 29a of the coil layer 29, and the lead layer 32, on the front face of Cu layer 29c in the coil layer 29. Even in this case, the effectiveness of the adhesion of main edge 29a of the coil layer 29 and the lead layer 32 and prevention of conductivity lowering can be acquired, lessening the faulty connection of an inductive head h4 and a direct-current-resistance value can be stabilized, and a recording characteristic can be raised.

[0066] Drawing 4 to drawing 9 is the sectional view showing the laminating process of the inductive head h4 of MR / inductive compound-die thin film magnetic head shown in drawing 1 thru/or drawing 3.

[0067] Drawing 4 shows the condition that the laminating of the insulating-layer 28b formed on the lower core layer 27 by hardening gap layer 28a and the resist which consist of aluminum 2O3, SiO2, etc. by postbake was carried out. Moreover, opening 28c for making flow connection of the up core layer 31 and the lower core layer 27 is formed in gap layer 28a and insulating-layer 28b at the next process.

[0068] Drawing 5 shows the condition that 29d of nickel layers which are Cu layer 29c and the conductive protective layer which are a conductive ingredient layer was formed of frame plating on insulating-layer 28b of drawing 4 through coil substrate layer 29b which is the layered product of Ti and Cu.

[0069] After Cu layer 29c is formed of frame plating, 29d of nickel layers which are a conductive protective layer is continuously formed by frame plating on Cu layer 29c using the frame used for frame plating of Cu layer 29c.

[0070] Furthermore, if the part exposed between Cu layer 29c of coil substrate layer 29b and 29d of nickel layers is removed by the dry etching methods, such as ion mealing, using rare gas, such as Ar ion, the coil layer 29 which is a thin film conductive layer will be formed like drawing 6. Moreover, the oxidizing zone formed in the front face of 29d of nickel layers is also removable with this dry etching.

[0071] Thus, with the gestalt of this operation, since Cu layer 29c is protected by 29d of nickel layers, the coil layer 29 can prevent shaving off not only coil substrate layer 29b but the top face of Cu layer 29c in the process which removes excessive coil substrate layer 29b by the above-mentioned dry etching method.

[0072] Therefore, change of the volume of Cu layer 29c can be prevented, an inductive head with fixed allowable current and direct-current-resistance value of the coil layer 29 can be formed, and it becomes easy to keep the quality of an inductive head constant.

[0073] Moreover, since it is avoidable that Ar ion collides with the top face of Cu layer 29c at the time of the above-mentioned dry etching, it can prevent damages, such as residual stress, occurring on the top face of Cu layer 29c.

[0074] The coil layer 29 is for guiding a record field to the up core layer 31 and the lower core layer 27 of an inductive head h4 which were shown in drawing 2, on insulating-layer 28b, is in a flat-surface condition and is wound. In addition, with the gestalt of this operation, the thickness of 29d of nickel layers is 200nm – 600nm.

[0075] Like the gestalt of this operation, if the conductive ingredient layer is formed of Cu, making low the direct-current-resistance value of the coil layer 29 and the allowable current can be enlarged.

[0076] Moreover, since nickel and Cu are nonmagnetic conductive ingredients, the impedance of the coil layer 29 is not affected. It is easy to also make it hard to make small stress between Cu layer 29c and 29d of nickel layers, and to exfoliate from Cu layer 29c in 29d of nickel layers.

[0077] In addition, the nonmagnetic conductive layer of the monolayer structure which contains the element of either or both among Ag or Cu, or multilayer structure may be formed instead of Cu layer 29c.

[0078] Moreover, the nonmagnetic conductive layer of the monolayer structure which contains one sort or two sorts or more of elements chosen from nickel, P, Pd, Pt, B, or W instead of 29d of nickel layers, or multilayer structure may be formed.

[0079] 29d of nickel layers is the ingredient with which the oxidation layer thickness of the front face in ordinary

temperature or a heating ambient atmosphere does not advance to 3.0nm or more. Moreover, in the gestalt of this operation, it is formed by the thickness of 200–600nm. Therefore, even if an oxidizing zone is formed in the front face of 29d of nickel layers, the oxidizing zone formed in 29d of nickel layers is certainly removable using the dry etching methods, such as ion mealing, by shaving [ front face ] 29d of 3.0nm or more of nickel layers. 4.0–9.0nm is shaved off with the gestalt of this operation. Therefore, the adhesion of the coil layer 29 and an insulating layer 30 improves.

[0080] Moreover, only 29d of nickel layers is shaved off by ion mealing with the gestalt of this operation. Therefore, since the volume of Cu layer 29c in the lower layer of 29d of nickel layers does not change, it can form an inductive head with fixed direct-current-resistance value and allowable current of the coil layer 29.

[0081] In addition, although the laminating of the 29d of the nickel layers is carried out with the gestalt of this operation all over the front face of Cu layer 29c which constitutes the coil layer 29, the coil layer 29 may carry out the laminating of the 29d of the nickel layers to the part which appears in opening 30a of an insulating layer 30, i.e., the part used as main edge 29a of the coil layer 29, on the front face of Cu layer 29c selectively.

[0082] After removing an oxidizing zone from 29d of nickel layers, the laminating of the insulating layer 30 is carried out on the coil layer 29 like drawing 7 R> 7. Opening 30a for making flow connection of main edge 29a of the coil layer 29 and the lead layer 32 at a next process is formed in an insulating layer 30.

[0083] When KYUA [ the front face of an insulating layer 30 / heat or ultraviolet rays ] especially after opening 30a was formed until the plating substrate layer 37 for plating the up core layer 31 and the lead layer 32 is formed of a spatter, an oxidizing zone may be formed in 29d of nickel layers in the field in which main edge 29a of the coil layer 29 is put to air in opening 30a. Then, ion mealing etc. removes an oxidizing zone.

[0084] Since an oxidizing zone is formed in 29d of nickel layers, an oxidizing zone does not advance from 29d front face of nickel layers to 3.0nm or more. Therefore, ion mealing enables it to remove an oxidizing zone from 29d of nickel layers certainly by shaving [ front face ] 29d of 3.0nm or more of nickel layers. With the gestalt of this operation, the clearance thickness from the front face of 29d of nickel layers by ion mealing is set as 4.0–9.0nm.

[0085] Thus, if it forms in the process which forms 29d of nickel layers by the thickness beyond the sum total of the clearance thickness by the process multiple times shave [ process ] 29d of nickel layers in performing the process which shaves [ d / of nickel layers / 29 ] an oxidizing zone by ion mealing etc. two or more times, it can prevent being deleted to Cu layer 29c.

[0086] With the gestalt of this operation, the clearance thickness from the front face which is 29d of nickel layers in which the oxidizing zone was formed is performing ion mealing which is 4.0–9.0nm. Like the gestalt of this operation, the sum total of the clearance thickness at the time of performing this ion mealing twice is 8.0–18.0nm. With the gestalt of this operation, since thickness of 29d of nickel layers is set to 200–600nm, it is not shaved off by a total of 2 times of ion mealing to Cu layer 29c.

[0087] Next, the plating substrate layer 37 (not shown in drawing 2 and drawing 3 ) for plating the up core layer 31 and the lead layer 32 is formed of a spatter on an insulating layer 30 like drawing 8 . The plating substrate layer 37 is formed of a permalloy etc. as well as the up core layer 31 and the lead layer 32.

[0088] Furthermore, on the plating substrate layer 37, the up core layer 31 and the lead layer 32 are simultaneously formed of plating of a permalloy, and the upper layer of the up core layer 31 and the lead layer 32 is further covered by the insulating layer 33. The point which turns into the opposite section with the record medium of gap layer 28a inserted into the lower core layer 27 and the up core layer 31 is set to magnetic gap G. Drawing 9 is the sectional view showing the inductive head h4 which the laminating process ended.

[0089] With the gestalt of this operation, since the laminating of the plating substrate layer 37 is carried out to the front face on which the oxidizing zone was certainly removed from the field put to air in opening 30 of main edge 29a of coil layer 29 a, the adhesion and the conductivity of the coil layer 29 and the plating substrate layer 37 of the lead layer 32 can be raised. That is, the adhesion and the conductivity of the coil layer 29 which is a thin film conductive layer, and the lead layer 32 which is a conductor can be raised. That is, the faulty connection of an inductive head h4 decreases, a direct-current-resistance value is stable, and a recording characteristic improves.

[0090] Moreover, lead section 29e from the periphery edge of the coil layer 29 shown in drawing 1 is the same process as the coil layer 29, and is formed simultaneously with the coil layer 29. That is, the laminating of the nickel layer which is a conductive protective layer is carried out on Cu layer whose lead section 29e is also a conductive ingredient layer.

[0091] On the front face of lead section 29e, plating formation is carried out and flow connection of the bump 38 who is a conductor is made. After lead section 29e is formed before a bump 38 is formed and flow connection is made, an oxidizing zone may be formed on lead section 29e.

[0092] Since the front face of lead section 29e is nickel layer, the oxidizing zone formed in lead section 29e does not advance from the front face of nickel layer to 3.0nm or more. Therefore, an oxidizing zone is certainly removable from lead section 29e with ion mealing etc. by shaving [ front face ] 3.0nm or more of nickel layers. Therefore, adhesion and conductivity of lead section 29e and a bump 38 can be raised.

[0093] In addition, it not only can use the thin film conductive layer of this invention, but [ since the coil layer of the inductive head of MR / inductive compound-die thin film magnetic head is constituted, ] since the general thin film conductive layer of a thin film is constituted, a thin film inductor, the coil layer of a thin film transformer, etc. can be used for it.

[0094]

[Effect of the Invention] As explained in full detail above, in the thin film of this invention Thin film conductive

layers, such as a coil layer, have the conductive ingredient layer and the conductive protective layer of predetermined thickness. Said conductive protective layer Since the oxidizing zone of the front face in ordinary temperature or a heating ambient atmosphere is formed with the ingredient which does not run more than this conductive protection layer thickness In the process which forms a thin film, even if an oxidizing zone is formed in the front face of said thin film conductive layer, said oxidizing zone can be certainly shaved [ conductive layer / said / thin film ] by ion mealing etc.

[0095] Moreover, when shaving off the oxidizing zone formed in the thin film conductive layer according to the manufacture approach of the thin film of this invention, an oxidizing zone is shaved off certainly and things are made. Furthermore, only said conductive protective layer is shaved off, since said conductive ingredient layer is not shaved off, it can avoid changing the allowable current and the direct-current-resistance value of said thin film conductive layer, and it can make quality of a thin film regularity.

---

[Translation done.]

## \* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

## [Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] The top view showing MR / inductive compound-die thin film magnetic head which has the inductive head of the gestalt of operation of the thin film of this invention.

[Drawing 2] The sectional view of the A-A line of MR / inductive compound-die thin film magnetic head of drawing 1.

[Drawing 3] The amplification fragmentary sectional view around a connection of the coil layer of an inductive head of MR / inductive compound-die thin film magnetic head of drawing 2, and a lead layer.

[Drawing 4] The sectional view showing the condition that the laminating of the gap layer and insulating layer in a laminating process of an inductive head of drawing 1 thru/or MR / inductive compound-die thin film magnetic head of drawing 3 was carried out.

[Drawing 5] The sectional view showing the condition that the laminating of a coil substrate layer, Cu layer, and the nickel layer was carried out on the insulating layer of drawing 4.

[Drawing 6] The sectional view showing the condition that the excessive coil substrate layer between Cu layer of drawing 5 and nickel layer was removed, and the coil layer was formed.

[Drawing 7] The sectional view showing the condition that the laminating of the insulating layer was carried out on the coil layer of drawing 6.

[Drawing 8] The sectional view showing the condition that the laminating of the plating substrate layer was carried out on the insulating layer of drawing 7.

[Drawing 9] The sectional view showing the condition that the laminating of an up core layer, a lead layer, and the insulating layer was carried out on the plating substrate layer of drawing 8, and the laminating of an inductive head was completed.

[Drawing 10] The sectional view of the conventional MR / inductive compound-die thin film magnetic head.

[Drawing 11] The amplification fragmentary sectional view around a connection of the coil layer of the inductive head of the conventional MR / inductive compound-die thin film magnetic head, and a lead layer.

[Drawing 12] The sectional view showing the condition that the laminating of the gap layer and insulating layer in a laminating process of an inductive head of drawing 10, and MR / inductive compound-die thin film magnetic head of drawing 11 was carried out.

[Drawing 13] The sectional view showing the condition that the laminating of a coil substrate layer and the Cu layer was carried out on the insulating layer of drawing 12.

[Drawing 14] The sectional view showing the condition that the coil substrate layer of drawing 13 was removed and the coil layer was formed.

[Drawing 15] The sectional view showing the condition that the laminating of the insulating layer was carried out on the coil layer of drawing 14.

[Drawing 16] The sectional view showing the condition that the laminating of the plating substrate layer was carried out on the insulating layer of drawing 15.

[Drawing 17] The sectional view showing the condition that the laminating of an up core layer, a lead layer, and the insulating layer was carried out on the plating substrate layer of drawing 16, and the laminating of an inductive head was completed.

## [Description of Notations]

27 Lower Core Layer

28a Gap layer

28b, 30, 33 Insulating layer

29 Coil Layer

29a A main edge

29b Coil substrate layer

29c Cu layer

29d nickel layer

29e Lead section

31 Up Core Layer

32 Lead Layer

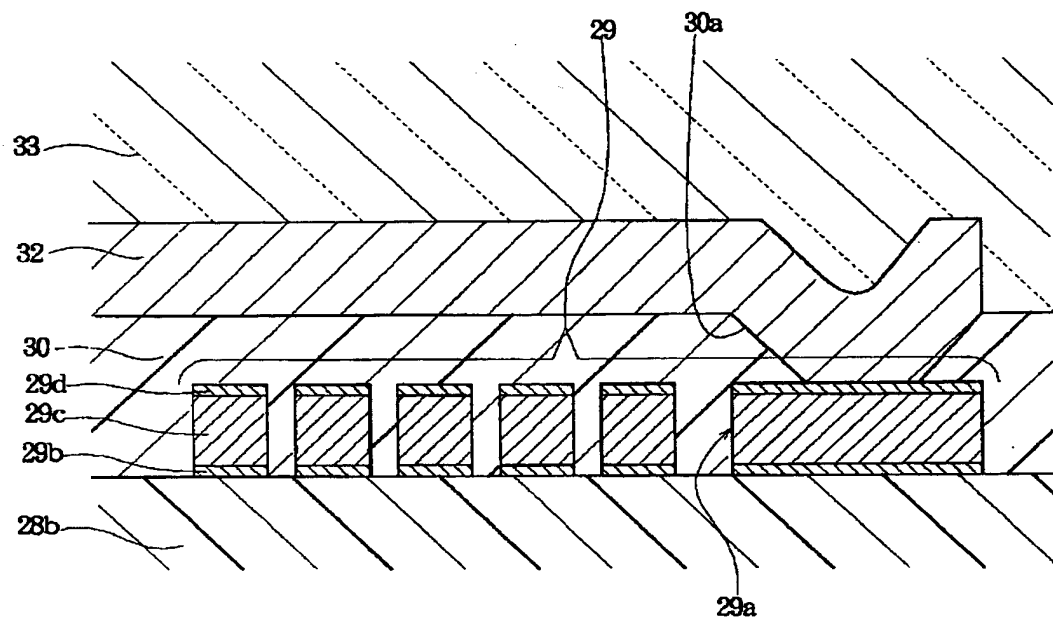
38 Bump

---

[Translation done.]

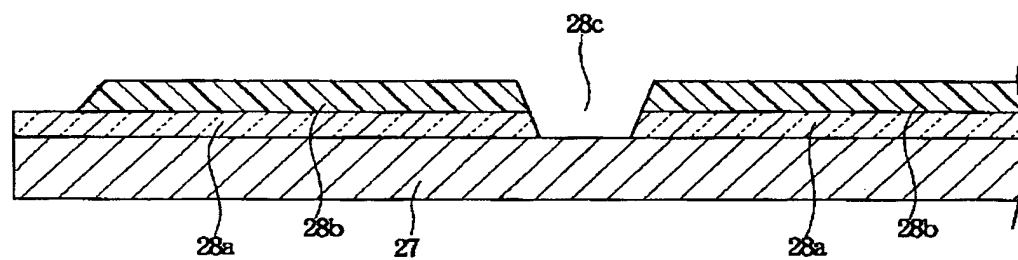


图 3



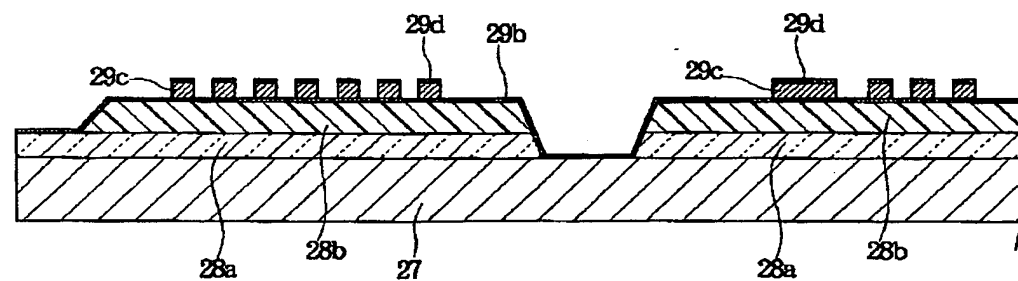
[Drawing 4]

图 4



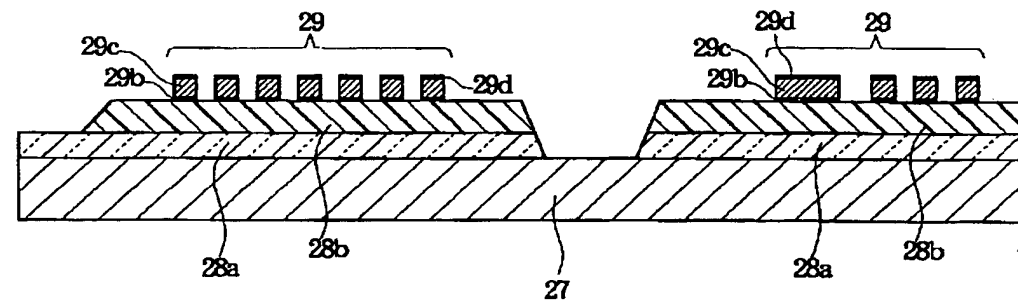
[Drawing 5]

图 5



[Drawing 6]

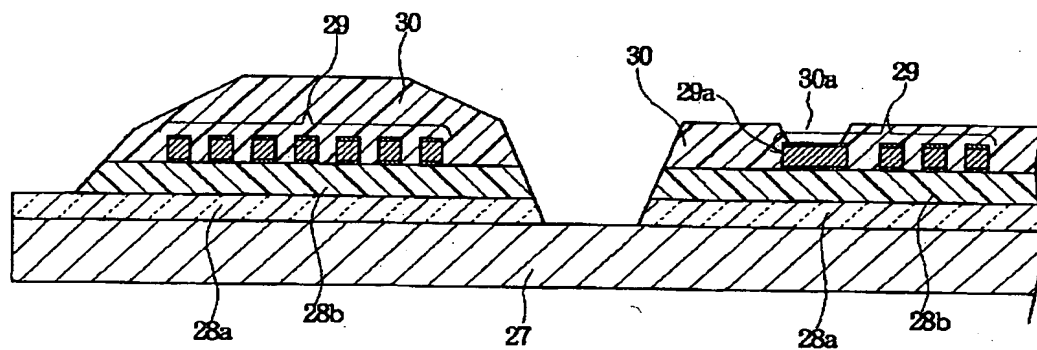
图 6



[Drawing 7]

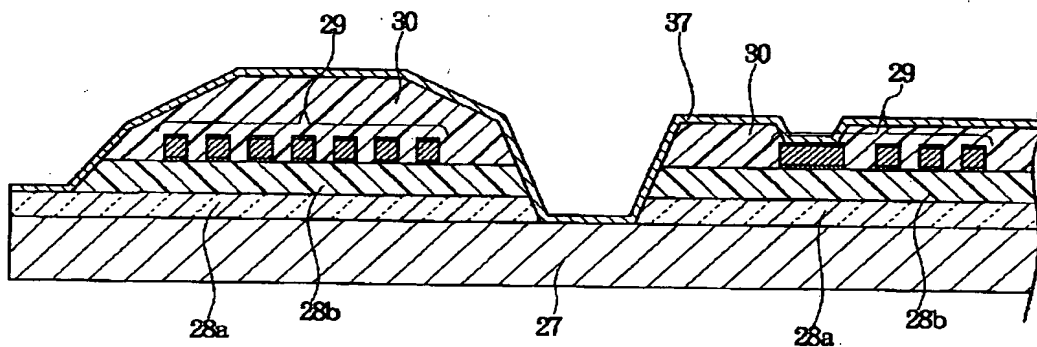


図 7



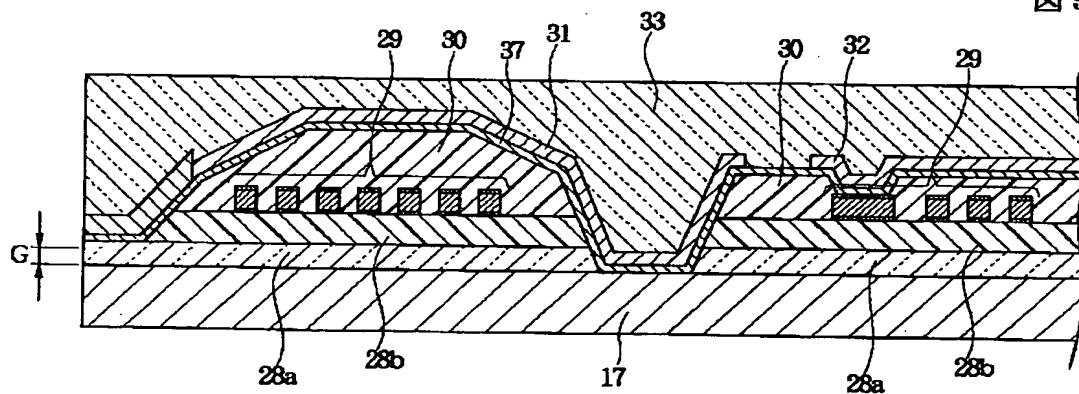
[Drawing 8]

図 8



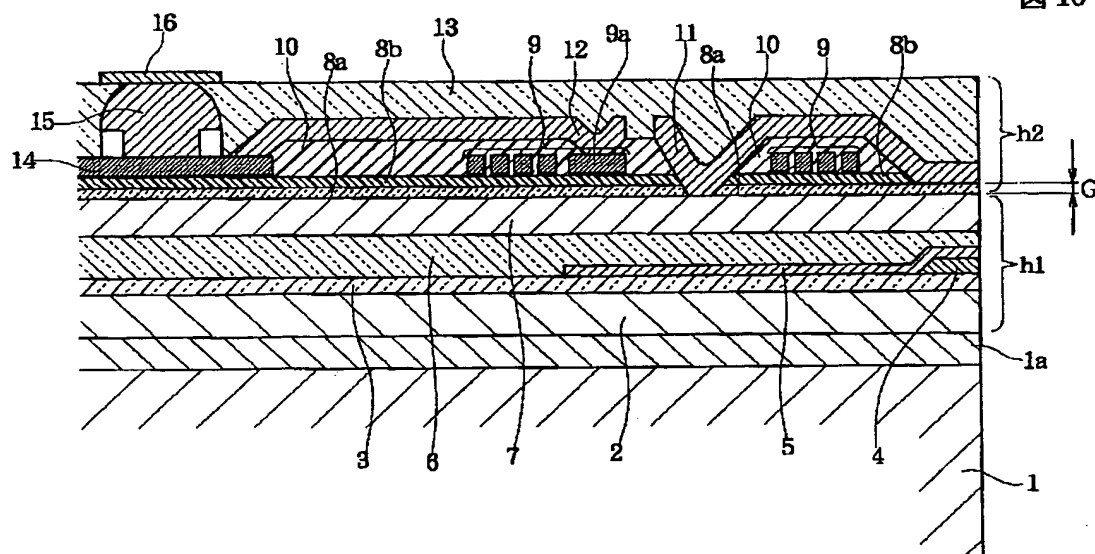
[Drawing 9]

図 9



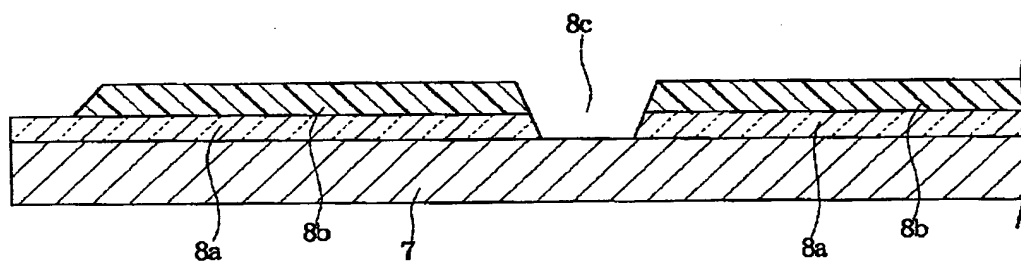
[Drawing 10]

図 10



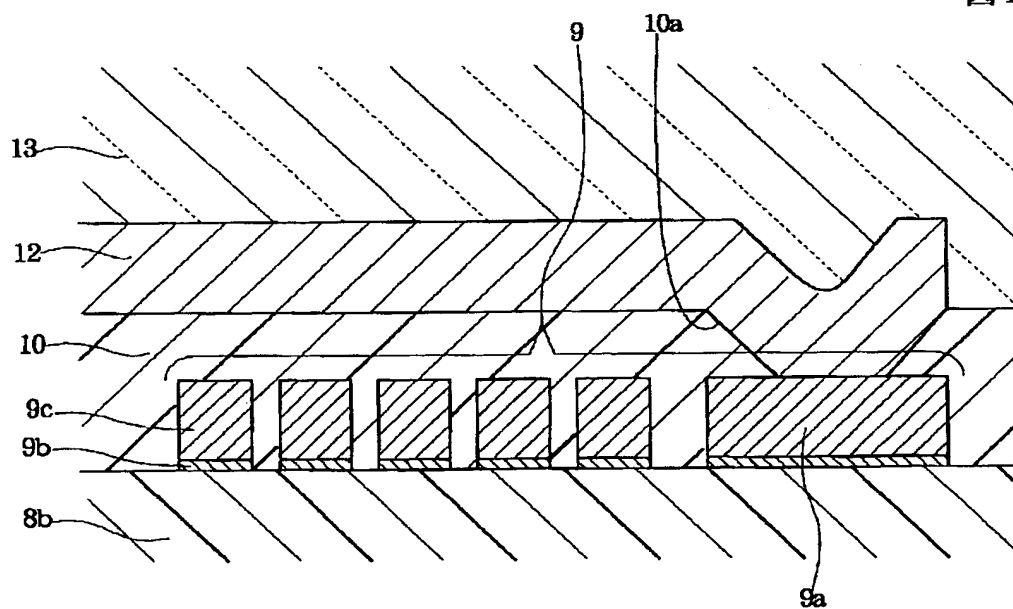
[Drawing 12]

図 12



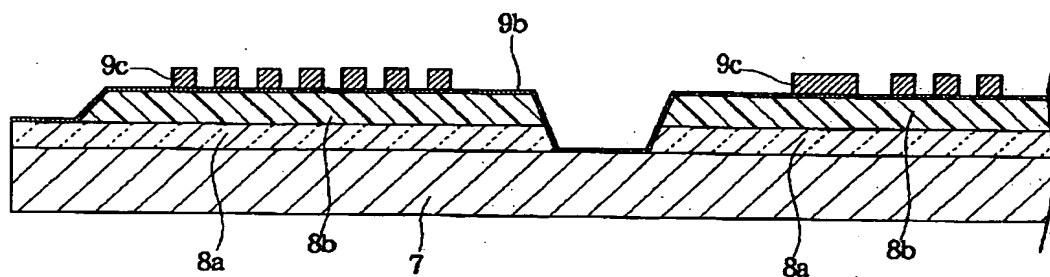
[Drawing 11]

図 11



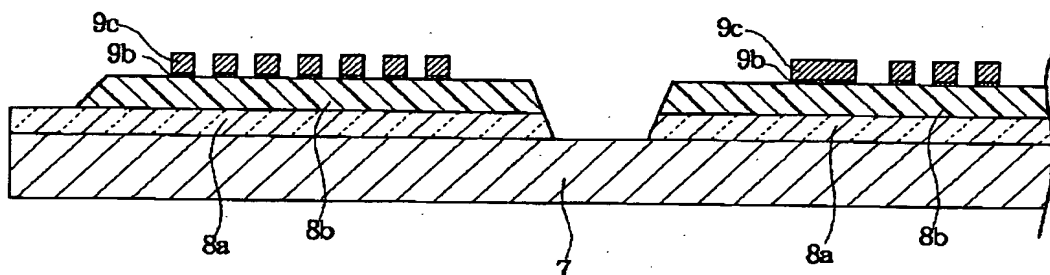
[Drawing 13]

図 13



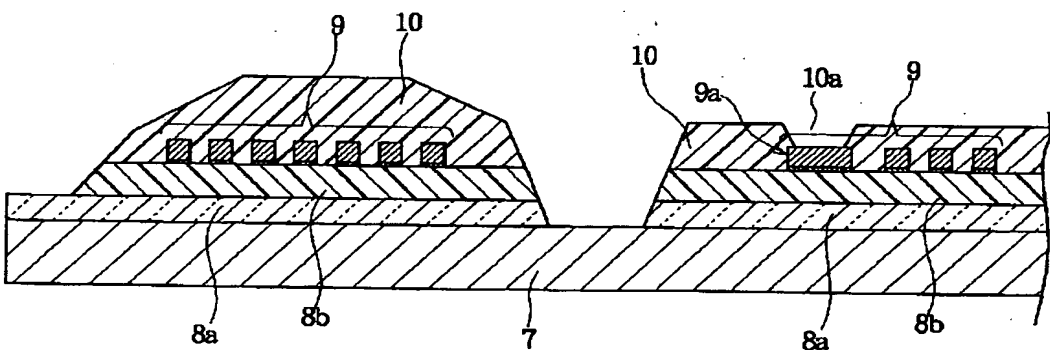
[Drawing 14]

図 14



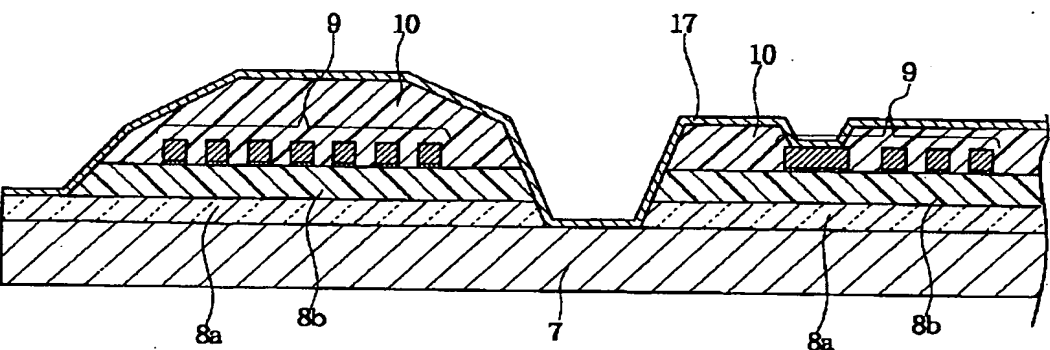
[Drawing 15]

図 15



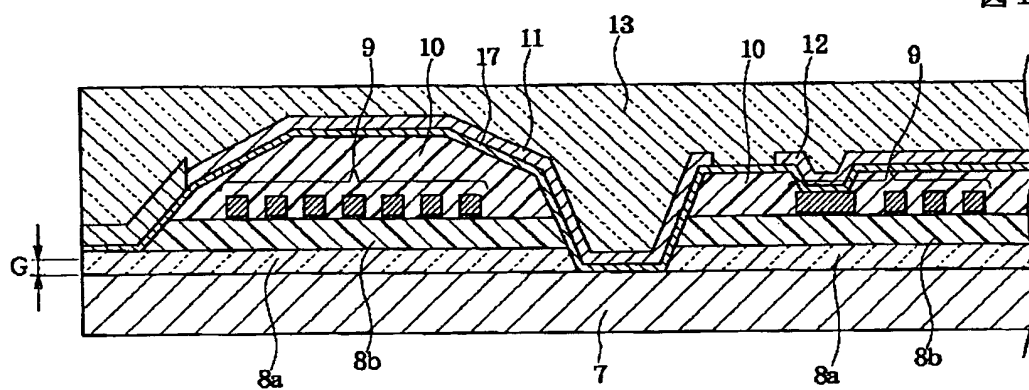
[Drawing 16]

図 16



[Drawing 17]

图 17



[Translation done.]